storaenso

Costruire con gli elementi CLT

Manuale tecnico: il primo ebook dedicato alla tecnologia CLT

EDIZIONE APRILE 2012

Costruire con gli elementi CLT

Questo documento contiene molte informazioni essenziali relative alla progettazione e realizzazione di edifici con la tecnologia CLT.
Per rendere più agevole l'esplorazione dei molti contenuti è stato creato un indice con **link di navigazione** e, su ciascuna pagina in alto a destra, un **collegamento alle diverse sezioni** (caratterizzate da un colore).
Ulteriori approfondimenti rilanciano a **link esterni** per i quali è richiesta una connessione web al fine di visualizzare video relativi alla produzione.
Il documento si presenta quindi come un vero e proprio e_book pdf interattivo, frutto della collaborazione tra Stora Enso e MAK Holz.

SOMMARIO

Informazioni sui prodotti

Istruzioni generali

Struttura del CLT

Qualit¨ delle superfici

Dati tecnici

Dimensioni standard

Vantaggi

Certificazioni

ISTRUZIONI GENERALI
CLT

MAGAZZINAGGIO
Una volta scaricati in cantiere i pannelli vanno protetti dagli agenti atmosferici e dal contatto con l'acqua. Anche una forte esposizione ai raggi solari può danneggiare il legno essiccandolo. Fondamentalmente gli elementi in CLT andrebbero posti in opera subito alla consegna e non depositati temporaneamente in cantiere o altrove.

POSA IN OPERA
Durante la movimentazione bisogna prestare particolare attenzione alle aree più delicate, quali spigoli e scanalature, evitando che i pezzi riportino ammaccature, entrino in contatto con sporco o impurità, ecc. Per le superfici che in seguito resteranno a vista è consigliabile e opportuno provvedere ad un'adeguata copertura con teli, cartone o simili per tutta la durata dei lavori.

FESSURAZIONI DA RITIRO
Il legno assorbe l'umidità contenuta nell'aria e cede umidità all'aria. Questa proprietà si accompagna a fenomeni di rigonfiamento e ritiro. Di conseguenza può, per esempio, accadere che, a causa dell'umidità della costruzione (proveniente dal calcestruzzo, dal massetto, ecc.) si rigonfino gli strati di copertura e la superficie possa temporaneamente risultare ondulata. Il tutto torna alla normalità non appena si sia ripristinato l'equilibrio igroscopico con l'auslio di deumidificatori o accendendo cautamente il riscaldamento. L'abbassamento dell'umidità dell'aria dovuto a particolari condizioni di esercizio, soprattutto nella stagione fredda quando sono in funzione i riscaldamenti, può generare fessurazioni da ritiro nei pannelli in CLT. Allo stesso modo possono aprirsi crepe lungo le commessure fra le tavole. La presenza di crepe e fessurazioni non ha alcuna conseguenza sulla capacità di carico o sulle caratteristiche fisico-costruttive del CLT. Essa costituisce, anzi, un fenomeno normale in pannelli che, come il CLT, sono costituiti di legno massiccio non trattato e non rappresenta, pertanto, un difetto.

ALTERAZIONE DEL COLORE DELLE SUPERFICI
L'azione della luce naturale, ed in particolare dei raggi UV, determina uno scurimento ed un ingiallimento della superficie del legno di abete rosso. Per questo motivo, qualora risultino necessari interventi successivi sul legno (p. es. levigatura) è consigliabile procedere al più presto onde evitare la formazione di chiazze di diver-so colore.

TRATTAMENTO DELLE SUPERFICI
In linea di massima per il CLT possono essere utilizzate tutte le vernici specifiche per il legno. Facciamo presente che i pannelli in CLT non sono concepiti per l'impiego in posizioni esposte all'azione diretta degli agenti atmosferici o ad un'umidità dell'aria costantemente ed eccessivamente alta. Una decisione in senso contrario avviene su responsabilità e a rischio del cliente.

STRUTTURA DEL CLT
a mezzo pannelli monostrato

I nostri elementi in legno massiccio CLT sono costituiti di pannelli monostrato incollati e sovrapposti a strati incrociati.
La larghezza massima producibile è di 2,95 m; la lunghezza massima di 16,00 m.
Esempio: struttura di un pannello in legno massiccio CLT a 5 strati

ESEMPIO: STRUTTURA DI UN PANNELLO IN LEGNO MASSICCIO CLT A 5 STRATI

incollaggio del filo

giuntatura a becco

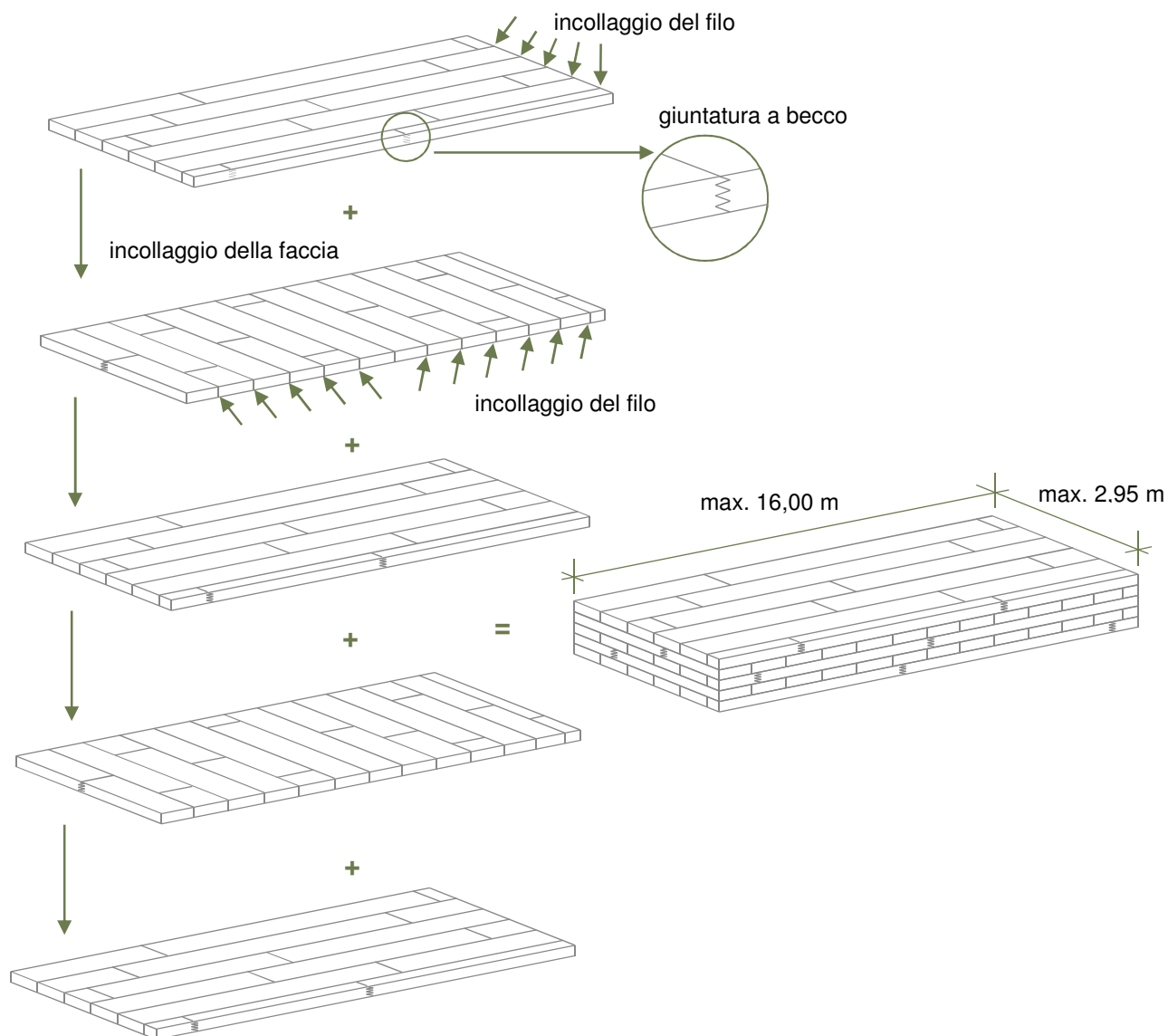
incollaggio della faccia

incollaggio del filo

max. 16,00 m

max. 2.95 m

CLT

QUALITÀ DELLE SUPERFICI

Estratto dalla norma EN 13017-1, tabella 1
Classi di superfici per pannelli multistrato in legno massiccio

	Classi		
Caratteristiche	**A**	**B**	**C**
Incollaggio	nessun giunto incollato aperto	giunti aperti: ammessi giunti incollati ≤ 100 mm/1 m	
Combinazione di qualità diverse di legno	non ammessa	non ammessa; nel caso dell'abete rosso è ammesso il 10% di abete bianco	ammessa
Aspetto e colore	omogeneo per colore e struttura	ampiamente omogeneo per colore e struttura	nessun requisito
Nodi	nodi sani e aderenti nell'abete rosso: singoli nodi neri fino a 40 mm; nel larice singoli nodi neri fino a 60 mm	nodi sani e aderenti; singoli nodi neri ammessi	ammessi
Cavicchi	ammessi cavicchi di nodi naturali	ammessi	ammessi
Tasche di resina	ammesse, se sporadiche, fino a 3 mm × 40 mm	ammesse, se sporadiche, fino a 5 mm × 50 mm	ammesse
Tasche di resina riparate	ammesse	ammesse	ammesse
Inclusione di corteccia	non ammessa	ammessa se sporadica	ammessa
Cretti	ammessi cretti superficiali, se sporadici	ammessi, se sporadici, cretti superficiali e sulla testata fino a 50 mm di lunghezza	ammessi
Midollo	ammesso, se sporadico, fino a 400 mm di lunghezza	ammesso	ammesso
Legno di compressione	ammesso se sporadica	ammesso	ammesso
Tarlatura	non ammessa	non ammessa	ammessi piccoli fori sporadici di larve non attive
Alterazione cromatica	non ammessa	ammessa leggera alterazione cromatica	ammessa
Carie	non ammessa	non ammessa	non ammessa
Alburno	ammesso nel pino; ammesse strisce sottili fino al 20% dell'ampiezza delle lamelle nel larice	ammesso	ammesso
Difetti di lavorazione della superficie	ammesse piccole imperfezioni sporadiche	ammesse imperfezioni sporadiche	nessun requisito
Difetti di bordi e testate	ammesse piccole imperfezioni sporadiche	ammesse imperfezioni sporadiche	nessun requisito
Larghezza della lamella singola	min. 60 mm (ad eccezione della lamella di filo)	nessun requisito	nessun requisito
Taglio delle lamelle	taglio parallelo	taglio parallelo	taglio parallelo o conico

CLT - CROSS LAMINATED TIMBER

Gli elementi in legno massiccio

DATI TECNICI GENERALI DEL CLT

Impieghi	fondamentalmente come elemento per parete, solaio e tetto nell'edilizia abitativa e commerciale
Larghezza massima	2,95 m
Lunghezza massima	16,00 m
Spessore massimo	40 cm
Struttura degli strati	pannelli monostrato incollati e sovrapposti ad incrocio
Essenze	abete rosso (su richiesta anche pino e larice)
Classe	C24 (altre classi di resistenza su richiesta)
Umidità del legno	12% ± 2%
Adesivo	colle prive di formaldeide per l'incollaggio dei bordi, dei giunti a pettine e delle facce
Qualità estetiche	qualità a vista e non a vista; in entrambi i casi le superfici sono levigate
Peso proprio	5,0 kN/m³ come da DIN 1055-1:2002, per calcoli statici; per il calcolo del peso di trasporto: ca. 470 kg/m³

DATI TECNICI SPECIFICI DEL CLT

Alterazioni della forma in caso di variazione dell'umidità	grado di rigonfiamento e riduzione come da norma DIN 1052:2008 inferiore all'intervallo di saturazione delle fibre: ▪ nel piano del pannello: variazione di lunghezza pari allo 0,02% per ogni 1% di modifica dell'umidità del legno ▪ perpendicolarmente al piano del pannello: variazione di lunghezza pari allo 0,24% per ogni 1% di modifica dell'umidità del legno
Classe di resistenza al fuoco	in conformità alla decisione della Commissione 2003/43/CE ▪ elementi costruttivi in legno eccetto pavimento → classe euro D-s2, d0 ▪ pavimenti → classe euro Dfl-s1
Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ	come da norma EN 12524 → tra 20 e 50
Capacità di conduzione del calore λ	come da perizia dell'SP svedese del 10.07.2009 → 0,11 W/(mK)
Inerzia termica, calore specifico c_p	come da norma EN 12524 → 1600 j/(kgK)
Ermeticità	gli elementi in CLT sono prodotti utilizzando pannelli monostrato per cui presentano una notevole ermeticità. La misurazione del grado di ermeticità di un pannello CLT a tre strati e dei giunti tra pannelli condotta in base alla norma EN 12 114 ha rivelato volumi di corrente d'aria inferiori all'intervallo misurabile.
Classi/possibili impieghi	utilizzabili per le classi 1 e 2 in conformità alla norma EN 1995-1-1

NUOVO

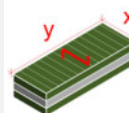
Valido dal 2012/01/01

STRUTTURE STANDARD DEL CLT

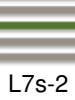
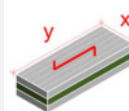
per elementi parete e solaio

C-Elementi

Spessore nominale [mm]	Nomen-clatura	Strati [--]	Disposizione delle lamelle [mm]							Largh. pannelli Standard [cm]	Lungh. Panelli massima [cm]
			C	L	C	L	C	L	C	x	y
60	C3s	3	20	20	20					245; 275; 295	1600
80	C3s	3	30	20	30					245; 275; 295	1600
90	C3s	3	30	30	30					245; 275; 295	1600
100	C3s	3	30	40	30					245; 275; 295	1600
120	C3s	3	40	40	40					245; 275; 295	1600
100	C5s	5	20	20	20	20	20			245; 275; 295	1600
120	C5s	5	30	20	20	20	30			245; 275; 295	1600
140	C5s	5	40	20	20	20	40			245; 275; 295	1600
160	C5s	5	40	20	40	20	40			245; 275; 295	1600

y x
C3s
C5s

L-Elementi

Spessore nominale [mm]	Nomen-clatura	Strati [--]	Disposizione delle lamelle [mm]							Largh. pannelli Standard [cm]	Lungh. Panelli massima [cm]
			L	C	L	C	L	C	L	x	y
60	L3s	3	20	20	20					245; 275; 295	1600
80	L3s	3	30	20	30					245; 275; 295	1600
90	L3s	3	30	30	30					245; 275; 295	1600
100	L3s	3	30	40	30					245; 275; 295	1600
120	L3s	3	40	40	40					245; 275; 295	1600
100	L5s	5	20	20	20	20	20			245; 275; 295	1600
120	L5s	5	30	20	20	20	30			245; 275; 295	1600
140	L5s	5	40	20	20	20	40			245; 275; 295	1600
160	L5s	5	40	20	40	20	40			245; 275; 295	1600
180	L5s	5	40	30	40	30	40			245; 275; 295	1600
200	L5s	5	40	40	40	40	40			245; 275; 295	1600
160	L5s-2*	5	60	40	60					245; 275; 295	1600
180	L7s	7	30	20	30	20	30	20	30	245; 275; 295	1600
200	L7s	7	20	40	20	40	20	40	20	245; 275; 295	1600
240	L7s	7	30	40	30	40	30	40	30	245; 275; 295	1600
220	L7s-2*	7	60	30	40	30	60			245; 275; 295	1600
240	L7s-2*	7	80	20	40	20	80			245; 275; 295	1600
260	L7s-2*	7	80	30	40	30	80			245; 275; 295	1600
280	L7s-2*	7	80	40	40	40	80			245; 275; 295	1600
300	L8s-2**	8	80	30	80	30	80			245; 275; 295	1600
320	L8s-2**	8	80	40	80	40	80			245; 275; 295	1600

y x
L3s
L5s
L5s-2
L7s
L7s-2
L8s-2

* a 5/ 7 strati; strati esterni composti da 2 strati longitudinali
** a 8 strati; strati esterni/interni composti da 2 strati longitudinali

Ultimo aggiornamento: 10/2011

Nomenclatura dei pannelli: p. es.: CLT 100 C3s (L: strato di copertura disposto longitudinalmente, C: strato di copertura disposto trasversalmente)

CLT
Gli elementi in legno massiccio

Vi sono tanti motivi per scegliere gli elementi in legno massiccio CLT della Stora Enso. Lasciatevi conquistare dalla loro carica innovativa e qualità superiore:

SEMPLICI NELL'USO & DI FATTURA PREGIATA

- Elementi gran formato fino a dimensioni di 2,95 m x 16 m
- La struttura a pannelli monostrato prefabbricati sovrapposti assicura l'incollaggio completo di ogni giunto
- Assoluta facilità di lavorazione in cantiere
- Tempi di montaggio e messa in opera minimi
- Costruzione a secco con elementi prefabbricati

ECOLOGICI & SOSTENIBILI

- Collanti privi di formaldeide
- Clima ambiente sano: il legno massiccio regola il clima ambiente e lega le sostanze nocive presenti nell'aria
- Ricavati in maniera sostenibile, questi elementi offrono un ottimo bilancio energetico e della CO2

VERSATILI & INECCEPIBILI

- Praticamente esenti da alterazioni di assestamento
- Assolutamente compatibili con materiali edilizi di natura minerale (ampliamenti di strutture sia in verticale che in orizzontale, ecc.)
- Di norma non richiedono barriere o briglie al vapore: aperti alla diffusione, questi elementi non richiedono l'impiego di pellicole o nastri adesivi
- Maggiore massa di termoaccumulazione rispetto alle costruzioni con telaio in legno
- Superfici levigate sia nella qualità a vista che non a vista

INNOVATIVI & SICURI

- Assoluta tenuta d'aria e di vento
- Predestinati per le zone a rischio sismico
- Chiara divisione tra strati portanti e strato isolante

BENESTARE

rilasciati per il CLT

ISTITUTO TEDESCO PER LE TECNOLOGIE EDILIZIE (*DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK*)

L'Istituto tedesco per le tecnologie edilizie (DIBt), in quanto ufficio di omologazione, accorda i permessi generali per prodotti edili e sistemi di costruzione. Il benestare generale dell'istituto di omologazione regolamenta la produzione e l'impiego del CLT e fornisce la base per l'attribuzione del marchio di conformità Ü-Zeichen.	

BENESTARE TECNICO EUROPEO (ETA)

L'ETA regolamenta la produzione e l'impiego del CLT nell'area europea ed è basilare per l'ottenimento del marchio CE.	

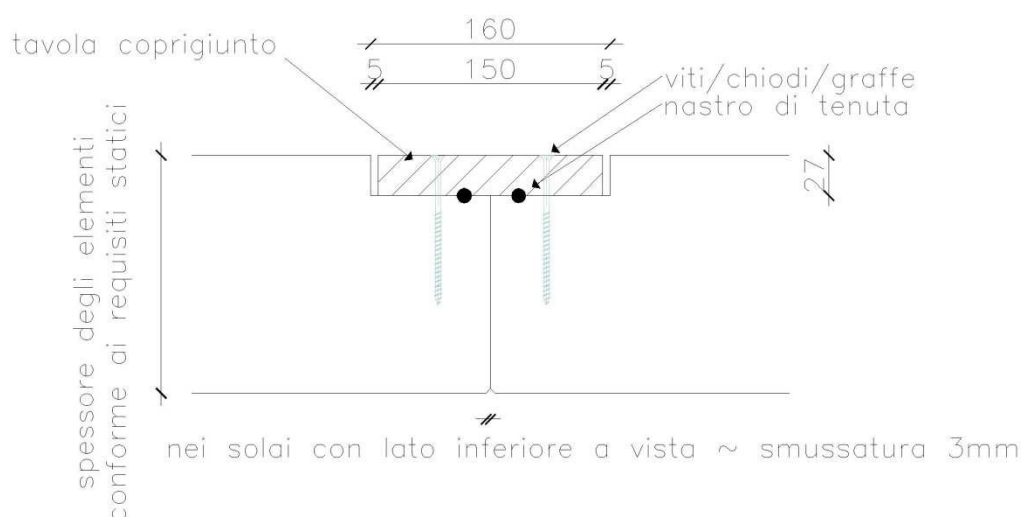
PEFC

Il certificato PEFC – «Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes» – contraddistingue i prodotti di carta e legno derivanti da silvicoltura socialmente, economicamente ed ecologicamente sostenibile, durante tutta la catena di lavorazione. Il PEFC segnala, dunque, al cliente che con l'acquisto del prodotto che lo reca egli darà un contributo alla silvicoltura eco-compatibile. Esso assicura, inoltre, che il prodotto è stato sottoposto a severi controlli, dal momento del prelievo della materia prima dal bosco fino alla realizzazione del prodotto finito. La Stora Enso ha ottenuto questo certificato e si sottopone regolarmente a controlli da parte di soggetti indipendenti.	

Costruzione & fisica delle costruzioni

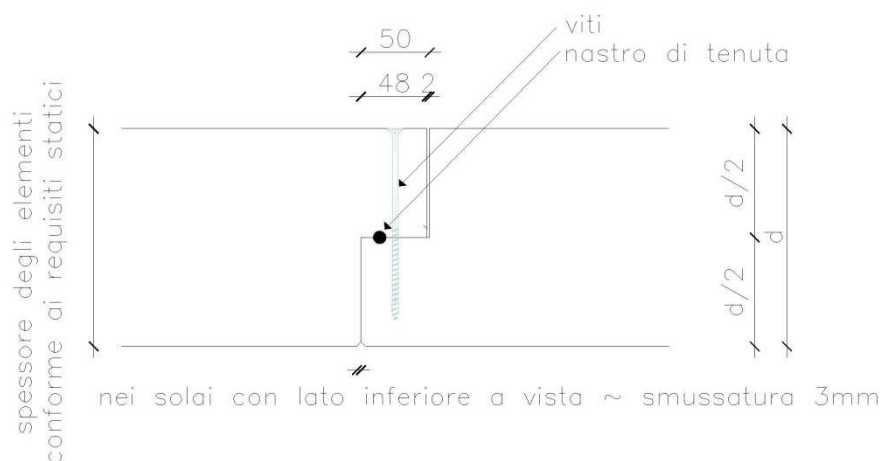
DETTAGLIO STANDARD
Guinzione fra Elementi

TAVOLA COPRIGIUNTO

Sulla faccia superiore di ciascuno degli elementi per solaio da unire si pratica una scanalatura, di norma della misura di 27 mm x 50 mm. Come tavola coprigiunto si consiglia un pannello a 3 strati oppure di compensato impiallacciato dello spessore di 27 mm. A garanzia dell'ermeticità si inseriscono appositi nastri di tenuta. Per la giuntatura si possono usare viti, chiodi, graffe, ecc. avendo cura di scegliere il mezzo più opportuno e la distanza giusta per soddisfare i requisiti statici.

INCASSATURA A GRADINO

Di norma in questo caso il collegamento viene effettuato per mezzo di viti, avendo comunque cura di scegliere il tipo di collegamento più opportuno e la distanza giusta per soddisfare ai requisiti statici. La misura del gradino è pari alla metà dello spessore del pannello ed ha una profondità di 50 mm; negli elementi a vista il lembo superiore viene ridotto di 2 mm per evitare una fuga aperta sul lato inferiore.

COSTRUIRE

con gli elementi in legno massiccio CLT

DATAHOLZ.COM

Per informazioni sui dettagli di costruzione o sulla struttura degli elementi costruttivi in legno massiccio, la Stora Enso segnala il sito Internet dataholz.com: un catalogo digitale di elementi costruttivi in legno validati sia dal punto di vista ecologico che della fisica delle costruzioni.

Sul portale dataholz.com, architetti, progettisti, il genio civile e ditte esecutrici troveranno una raccolta di dati relativi alle proprietà fisiche e alle qualità ecologiche di vari materiali da costruzione, oltre a circa 1500 esempi di costruzioni in legno e spiegazioni sulla giuntatura degli elementi costruttivi. I valori di riferimento indicati sono garantiti ed approvati da istituti di collaudo accreditati per cui non ne è richiesta l'ulteriore validazione da parte del genio civile austriaco.

Il sopraccitato catalogo digitale rappresenta una novità nel settore dell'edilizia in legno. Essendo le costruzioni già approvate, non è più necessario comprovarne ulteriormente le proprietà antincendio e di isolamento termico ed acustico; è sufficiente presentare o fare riferimento al foglio dei dati tecnici. Ciò agevola l'impiego del legno nell'edilizia soprassuolo, riduce i tempi di stesura dei progetti e rende immediatamente disponibili, alla semplice pressione di un tasto, le certificazioni rilasciate dal genio civile.

Attraverso la banca dati l'utente può giungere facilmente e velocemente alle informazioni desiderate selezionando il tipo di costruzione o i parametri fisici che gli interessano. In più, il catalogo viene continuamente aggiornato ed ampliato.

Complessivamente sono sei gli istituti di sperimentazione e di ricerca che contribuiscono ai contenuti del catalogo, capeggiati dalla Holzforschung Austria. Committente del progetto è l'Associazione dell'industria austriaca del legno – sezione edilizia (*Fachverband der Holzindustrie Österreichs*); la commercializzazione è affidata alla proHolz Austria.

VALORE U: ESEMPI

coefficiente di trasmissione del calore

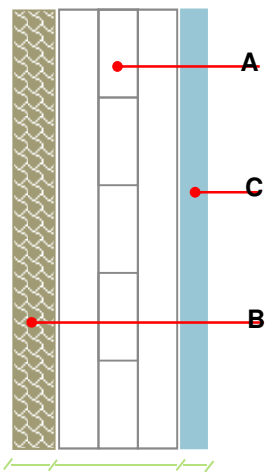
ESEMPIO 1:

CLT 97 C3s + isolamento WLG 040

Valori di trasduttanza termica ipotizzati::

Rsi	=	0,13 m² K/W
Rse	=	0,04 m² K/W

	Spessore [cm]	Materiale [--]	λ [W/m²K]	Spessore isolante [cm]	Spessore complessivo [cm]	Valore U W/(m²K)
A	9,7	CLT (X-lam)	0,11	0	9,7	0,95
B	4-24	isolante WLG 040	0,04	4	14	0,49
			0,04	6	16	0,39
			0,04	8	18	0,33
			0,04	10	20	0,28
			0,04	12	22	0,25
			0,04	14	24	0,22
			0,04	16	26	0,20
			0,04	18	28	0,18
			0,04	20	30	0,17
			0,04	22	32	0,15
			0,04	24	34	0,14

A
B
40-240
97
fuori
dentro

ESEMPIO 2:

CLT 97 C3s + isolamento WLG 040 + pannello in cartongesso 12,5

Valori di trasduttanza termica ipotizzati:

Rsi	=	0,13 m² K/W
Rse	=	0,04 m² K/W

	Spessore [cm]	Materiale [--]	λ [W/m²K]	Spessore isolante [cm]	Spessore complessivo [cm]	Valore U W/(m²K)
A	9,7	CLT (X-lam)	0,11	0	11	0,90
C	1,25	pannello in cartongesso	0,21			
B	4-24	isolante WLG 040	0,04	4	15	0,47
			0,04	6	17	0,38
			0,04	8	19	0,32
			0,04	10	21	0,28
			0,04	12	23	0,24
			0,04	14	25	0,22
			0,04	16	27	0,20
			0,04	18	29	0,18
			0,04	20	31	0,16
			0,04	22	33	0,15
			0,04	24	35	0,14

A
C
B
40-240 97 12,5
fuori dentro

COIBENTAZIONE
di elementi in legno massiccio CLT

L'effetto coibentante di un elemento costruttivo dipende dal suo valore U, ossia dal suo coefficiente di trasmissione del calore. Per poter calcolare tale valore è necessario conoscere la posizione, la struttura e la conduttività termica l□dei materiali dell'elemento. La conduttività termica del legno viene fondamentalmente influenzata dalla sua densità e dalla sua umidità. Per gli elementi in CLT il valore di può essere ricavato dalla seguente equazione:

λ = $0{,}000146 * \rho_k + 0{,}035449$

λ = conduttività del calore espressa in [W/mK]

ρ_K = densità caratteristica ipotizzando un'umidità di riferimento di u = 12% in [kg/m³]

La densità caratteristica delle lamelle del CLT è stata determinata ed è pari a r_k = 512 kg/m³.
Sulla base di tali valori si ottiene che il CLT ha una conduttività pari a 0,110 W/mK.

$\lambda = 0{,}000146 * 512\ kg/m^3 + 0{,}035449 = 0{,}110\ W/mK$

Tale risultato è stato confermato dallo SP Technical Research Institute of Sweden [1].

Anche la norma austriaca ÖNORM B 3012 [2] indica per il legno di abete rosso un valore l pari a 0,11 W/mK.

Per quanto riguarda l'umidità si suppone un valore medio del 12%, anche se nel caso di una parete esterna nei mesi invernali i valori dell'umidità saranno probabilmente inferiori. In presenza di un'umidità più bassa si riduce di conseguenza anche il valore effettivo della conduttività del calore.

Per il legno rientrante nel corrispondente intervallo di densità la norma ÖNORM EN 12524 [3] riporta un valore di conduttività del calore pari a 0,13 W/mK.

VALORE U DI UN ELEMENTO CLT

Le modalità di calcolo del valore U sono illustrate nel seguente esempio riferito ad un elemento in CLT dello spessore di 97 mm impiegato come parete esterna. L'operazione tiene conto dei coefficienti di trasmissione del calore esterno ed interno.

coefficiente di trasmissione del calore	$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}}$
resistenze al calore	$R_{si} = 0{,}13\, m^2K/W$ $R_{se} = 0{,}04\, m^2K/W$
conduttività del calore CLT	$\lambda_{CLT} = 0{,}11\, W/mK$
coefficiente di trasmissione del calore	$U_{CLT,97} = \frac{1}{0{,}13\, m^2K/W + \frac{0{,}097\, m}{0{,}11 W/mK} + 0{,}04\, m^2K/W}$ $= 0{,}951\, W/m^2K$

La figura 1 mostra un diagramma che riporta i valori U degli elementi in CLT non rivestiti in funzione dello spessore.

Valore U di elementi in CLT non rivestiti

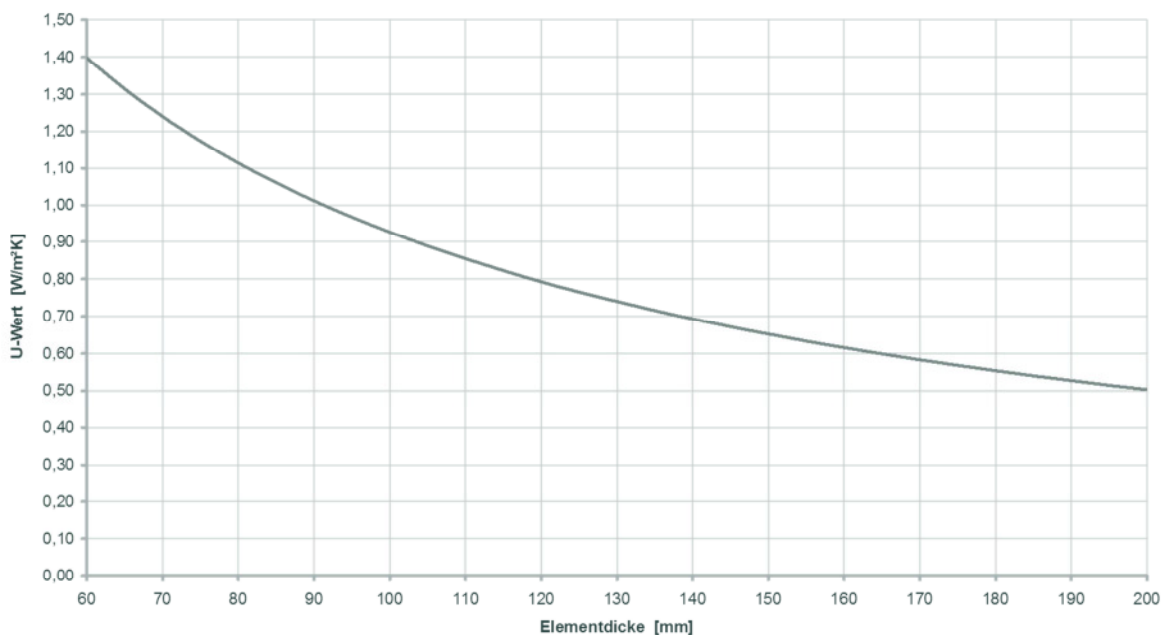



Figura 1: valori U di elementi in CLT non rivestiti impiegati come parete esterna

VALORE U DI UN ELEMENTO CLT COIBENTATO

Per un elemento in CLT dello spessore di 97 mm coibentato con 16 cm di materiale isolante appartenente alla classe di conduttività del calore WLG 040 il valore U si calcola come segue:

coefficiente di trasmissione del calore	$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}}$
resistenze al calore	$R_{si} = 0{,}13\, m^2K/W$ $R_{se} = 0{,}04\, m^2K/W$
conduttività del calore CLT	$\lambda_{CLT} = 0{,}11\, W/mK$
coefficiente di trasmissione del calore	$U = \frac{1}{0{,}13\, m^2K/W + \frac{0{,}097\, m}{0{,}11\, W/mK} + \frac{0{,}16\, m}{0{,}04\, W/mK} + 0{,}04\, m^2K/W}$ $= 0{,}198\, W/m^2K$

La figura 2 mostra un diagramma che riporta i valori U di elementi in CLT dello spessore di 97 mm coibentati in funzione dello spessore del materiale isolante (appartenente alla classe di conduttività del calore WLG 040).

Valore U del CLT 97 mm con isolamento di vario spessore

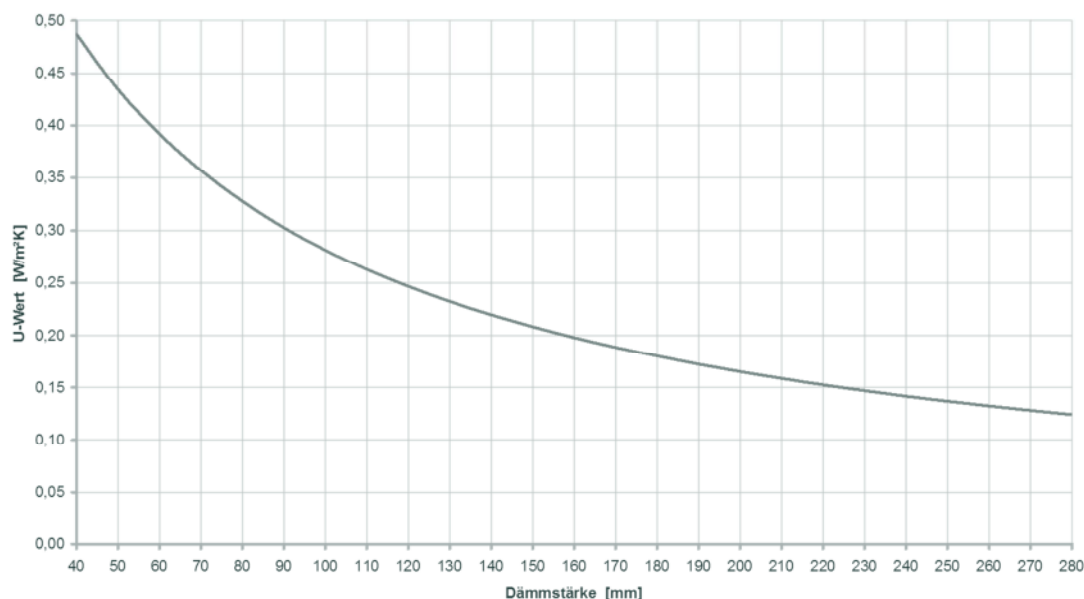



Figura 2: valori U di elementi CLT con spessore di 97 mm impiegati come parete esterna in funzione dello spessore del materiale isolante (appartenente alla classe WLG 040)

ERMETICITÀ

L'ermeticità all'aria ovvero alla convezione rappresenta un'ulteriore grandezza che determina la capacità coibentante degli elementi in CLT. Il fatto che gli elementi in CLT vengano prodotti con pannelli monostrato conferisce loro già di per sé un'alta ermeticità. I valori di ermeticità degli elementi CLT e delle giunzioni tra gli elementi sono stati verificati e confermati nel 2008 dall'istituto di ricerca Holzforschung Austria [4]. Nello specifico il rapporto di verifica afferma che l'ermeticità delle giunzioni e degli elementi stessi è tale che il flusso d'aria è inferiore al valore misurabile.

[1] Assessment: Declared thermal conductivity (2009-07-10); SP Technical Research Institute of Sweden, SE-50462 Boras

[2] ÖNORM EN B 3012 (2003-12-01); Varietà di legno – Dati relativia alla nomenclatura e alle abbreviazioni della norma ÖNORM EN 13556

[3] ÖNORM EN 12524 (2000-09-01); Materiali e prodotti per l'edilizia – Proprietà termiche e igrometriche – Valori tabulati di progetto

[4] HOLZFORSCHUNG AUSTRIA (2008-06-11);
Rapporto di verifica; prova di ermeticità su di un elemento con due diverse varianti di giunzione

Statica

STATICA
Cross Laminated Timber

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE PORTANTI IN CLT

Grazie alla sovrapposizione incrociata dei pannelli monostrato fra loro incollati si genera la possibilità di scaricare il peso lungo due assi, cosa che finora era stata prerogativa dell'edilizia in cemento armato.

Tale caratteristica offre maggiori libertà in fase di progettazione degli ambienti, per esempio la possibilità di semplificare le costruzioni e di ridurre le altezze dei solai grezzi.

Anche le strutture con aggetti ad angolo o poggianti su un punto, pur legate ad un più impegnativo lavoro di progettazione, risultano agevolmente realizzabili.

Gli elementi in CLT presentano una capacità di carico assolutamente superiore dovuta alla presenza degli strati orizzontali che, di norma, distribuiscono il peso su tutta la larghezza dell'elemento.

In più, la spiccata rigidità del CLT favorisce l'irrigidimento dell'edificio.

MODALITA DI CALCOLO PER IL CLT

La differenza di calcolo tra legno massello e legno lamellare a strati incrociati sta nella sollecitazione degli strati trasversali.

Nell'elemento in CLT, una forza perpendicolare alla superficie del pannello (p. es. un accumulo di neve su un tetto piano) sottopone gli strati trasversali ad uno sforzo tagliante che agisce perpendicolarmente rispetto alla direzione delle fibre.

Tale sollecitazione è detta *rolling shear* dal momento che alla rottura le fibre di legno "rotolano via" trasversalmente.

A causa della ridotta resistenza ovvero rigidità dello strato trasversale al taglio (sollecitazione trasversale rispetto all'andamento delle fibre) il verificarsi di tali tensioni o deformazioni non può essere trascurato.

Il calcolo va effettuato secondo la teoria dei compositi tenendo presenti le deformazioni da taglio.

Oggi come oggi esistono diversi procedimenti matematici per calcolare il comportamento del legno lamellare a strati incrociati. Tra questi vi è la cosiddetta «teoria degli strati collegati in maniera cedevole» (definita anche «procedimento gamma»), sicuramente il procedimento più comune, descritto anche nel benestare ETA-08/0271.

SISTEMI DI COLLEGAMENTO

La verifica dei sistemi di collegamento è descritta e normata nei benestare.

CALCOLO STATICO E MISURAZIONE
degli elementi in legno massiccio CLT

A. CALCOLO DEL CLT

La particolarità di calcolo nel caso del CLT è che gli strati orizzontali rappresentano strati sensibili al taglio. Ciò impone, di norma, di considerare la flessione dovuta a forza trasversale e il cosiddetto *rolling shear*. Vari sono i metodi di calcolo sviluppati a tal fine. Qui di seguito ne presentiamo alcuni indicando poi la letteratura di approfondimento. I pannelli in CLT/legno lamellare a strati incrociati non possono essere considerati e trattati alla stregua del legno massiccio né del legno lamellare comune.

Sul sito www.clt.info la Stora Enso mette a disposizione gratuitamente un programma di calcolo delle grandezze statiche per la verifica degli elementi costruttivi standard in CLT.

A.1. CALCOLO SECONDO LA TEORIA DEI COMPOSITI

A.1.1. Con l’ausilio di "fattori strutturali del pannello"

Questo tipo di calcolo non considera la flessione dovuta a forza trasversale e si applica quindi soltanto ad elementi aventi rapporti di distanza tra gli appoggi/spessore più elevati (ca. > 30). Per i pannelli con struttura simmetrica i riferimenti [1] e [2] forniscono formule per il calcolo di EJ_{ef} in piastre e lastre.

A.1.2. Con l’ausilio dell’adeguamento del "coefficiente di correzione del taglio"

Questo metodo permette di calcolare la flessione di solai sulla base del coefficiente di correzione del taglio per la sezione specifica. Grazie a programmi di calcolo strutturale, che considerano la flessione in funzione della forza trasversale, si può calcolare il CLT con sufficiente precisione. Il procedimento è illustrato in [3].

A.2. CALCOLO SECONDO IL PROCEDIMENTO Γ

Questo procedimento, sviluppato per il calcolo della trave elastica (vedi [4] e [5]), è impiegabile anche per il CLT. Dal punto di vista pratico il metodo è sufficientemente preciso e la sua applicazione al lamellare a strati incrociati è descritta in [2].

Esso è, inoltre, ancorato anche in diverse norme sull’edilizia in legno, p.es. DIN 1052-1:1988, DIN 1052:2008, ÖNORM B 4100-2:2003 ed EC 5, EN 1995-1-1.

A.3. CALCOLO SECONDO IL METODO DELL’ANALOGIA DI TAGLIO

Il metodo dell’analogia di taglio è descritto nella norma DIN 1052-1:2008 allegato D ed è considerato il procedimento più esatto per il calcolo del lamellare a strati incrociati con qualunque tipo di struttura. In [2] troviamo una breve spiegazione; in [6], [7], [8] e [9] indicazioni più dettagliate. Rispetto ai precedenti questo procedimento è relativamente impegnativo.

A.4. CALCOLO DEL CLT SU DUE ASSI

A.1.1. Con l’ausilio di griglie

Con l’ausilio di programmi di calcolo strutturale è possibile modellare strutture a 2D. Alcuni cenni sono riportati in [10] e [11]; maggiori dettagli in [9].

A.4.2. Con l’ausilio di programmi FEM

Con l’ausilio di programmi FEM è possibile modellare strutture a 2D. Alcuni cenni si trovano in [9] e [12].

B. CALCOLO DEGLI ELEMENTI DI COLLEGAMENTO PER IL CLT

Il calcolo degli elementi di collegamento è descritto nel benestare Z-9.1-559 per il CLT. Maggiori dettagli su collegamenti realizzati tramite perni si ritrovano in [13] e [14].

LETTERATURA CITATA:

[1] BLAß H. J., FELLMOSER P.: BEMESSUNG VON MEHRSCHICHTPLATTEN. *IN: BAUEN MIT HOLZ 105 (2003) NUMERO 8, PAGINE 36–39, NUMERO 9, PAGINE 37–39 OPPURE DOWNLOAD:* WWW.HOLZ.UNI-KARLSRUHE.DE *RUBRICA "VERÖFFENTLICHUNGEN" (ULTIMO AGGIORNAMENTO: 10/2008)*

[2] Blaß H. J., Görlacher R.: Brettsperrholz – Berechnungsgrundlagen. *In: Holzbaukalender 2003, pagine 580–59. Bruderverlag Karlsruhe 2003.*

[3] Jöbstl R.: Praxisgerechte Bemessung von Brettsperrholz. *In: Ingenieurholzbau, Karlsruher Tage 2007. Bruderverlag Karlsruhe 2007.*

[4] Schelling W.: Zur Berechnung nachgiebig zusammengesetzter Biegeträger aus beliebig vielen Einzelquerschnitten. *In: Ehlbeck, J. (Hrsg.); Steck, G. (Hrsg.): Ingenieurholzbau in Forschung und Praxis. Bruderverlag Karlsruhe 1982.*

[5] Heimeshoff B.: Zur Berechnung von Biegeträgern aus nachgiebig miteinander verbundenen Querschnittsteilen im Ingenieurholzbau. *In: Holz als Roh- und Werkstoff 45 (1987) pagine 237–241; 1987.*

[6] Kreuzinger H.: Platten, Scheiben und Schalen. *In: Bauen mit Holz 1/99, pagine 34-39; 1999.*

[7] Blaß H.J., Ehlbeck J., Kreuzinger H., Steck G.: spiegazioni relative alla DIN 1052:2004-08. *Pagine 52-56 e 81-84; Bruderverlag Karlsruhe 2004.*

[8] Scholz A.: Schubanalogie in der Praxis. Möglichkeiten und Grenzen. *In: Ingenieurholzbau, Karlsruher Tage 2004. Bruderverlag Karlsruhe 2004.*

[9] Winter S., Kreuzinger H., Mestek P.: TP 15 Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen. *TU München 2008.*

[10] Autori vari: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich: Holzskelett- und Holzmassivbauweise. *pagine 127-128; ProHolz Austria, Vienna 2002.*

[11] Schrentewein T.: Konzentration auf den Punkt. *In: Bauen mit Holz 1/2008, pagine 43- 47; 2008.*

[12] Bogensperger T., Pürgstaller A.: Modellierung von Strukturen aus Brettsperrholz unter Berücksichtigung der Verbindungstechnik. *In: Tagungsband der 7. Grazer Holzbau-Fachtagung; 2008.*

[13] Uibel T.: Brettsperrholz – Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln. *In: Ingenieurholzbau, Karlsruher Tage 2007. Bruderverlag Karlsruhe 2007.*

[14] BLAß H. J., UIBEL T.: TRAGFÄHIGKEIT VON STIFTFÖRMIGEN VERBINDUNGSMITTELN IN BRETTSPERRHOLZ. *KARLSRUHER BERICHTE ZUM INGENIEURHOLZBAU – NUMERO 8 (2007).*

Download software >>

PROGRAMMA DI CALCOLO
dei valori statici

In collaborazione con **WallnerMild Holz·Bau·Software©** la Stora Enso mette a disposizione un programma di calcolo gratuito per il CLT.
Tale programma può essere scaricato **gratuitamente** dal sito **www.clt.info** ed è disponibile in più lingue.

REQUISITI DI SISTEMA

- Microsoft Excel 11.0 (Office 2003) oppure
- Microsoft Windows 2000 con Service Pack 3 oppure
- Microsoft Windows XP

Il pacchetto di programma è stato concepito e testato per la su indicata versione di Excel. In più dovrebbe funzionare anche con le versioni di Excel dalla 10.0 (Office XP) fino alla 12.0 (Office 2007).

PRIMA INSTALLAZIONE

Facendo doppio clic sull'icona di setup l'installazione parte automaticamente.

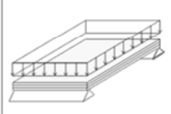
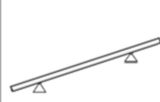
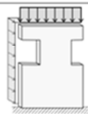
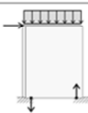
Per l'installazione Excel deve essere chiuso e l'utente deve possedere i pieni diritti di amministratore.

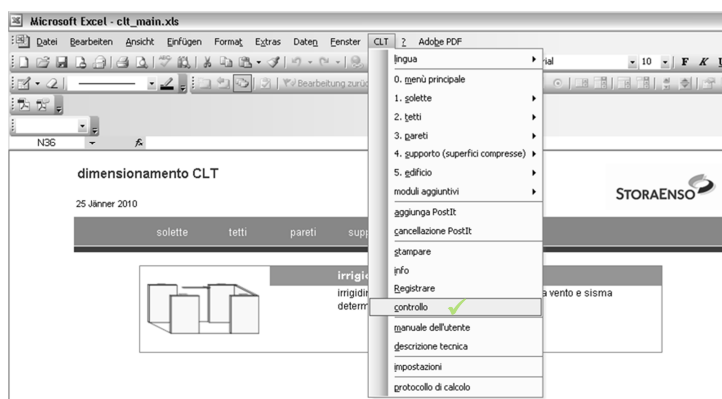
In più va considerato che i link tra file «*.xls» ed OpenOffice possono generare problemi.
Su alcuni computer si verificano anche problemi per via di add-in non ammessi.

Tali add-in fanno parte dell'installazione, tuttavia l'utente deve prima attivarli ovvero accettarli nelle sue impostazioni di base. Tale procedura è individuale e va verificata caso per caso.

REGISTRAZIONE

La registrazione mira semplicemente a fornire alla Stora Enso una visione d'insieme sulla diffusione del programma, permettendole, inoltre, di consigliare al meglio gli utenti e di dare loro informazioni su eventuali innovazioni.

CONTROLLO VERSIONE

Se il programma di calcolo per il CLT è già stato installato e l'utente desidera aggiornarlo basta avviare il controllo versione dalla barra dei menù.

Sommario
Informazioni
Costruzioni
Statica
Esecuzione
Trasporto
Lavorazioni

Di qui si giungerà al sito www.bemessung.com da dove verrà inviato un link al proprio indirizzo di posta elettronica per scaricare la nuova versione.

Anche in questo caso Excel deve essere chiuso durante l'installazione e l'utente deve possedere i pieni diritti di amministratore.

IL PROGRAMMA METTE A DISPOSIZIONE I SEGUENTI MODULI DI CALCOLO:

solette | tetti | pareti | supporto | edificio

trave continua **soletta standard**
soletta ad una campata fino a sette campate con o senza sbalzo
Verifica agli stati limite ultimi, di esercizio ed al fuoco

soletta a T
soletta nervata con sistemi come sopra

solette | tetti | pareti | supporto | edificio

elementi tetto ad una campata
elementi tetto come falsi puntoni ad una campata con o senza sbalzo
Verifica agli stati limite ultimi, di esercizio ed al fuoco

elementi tetto a due campate
elementi tetto come falsi puntoni a due campate con o senza sbalzo
Verifica agli stati limite ultimi, di esercizio ed al fuoco

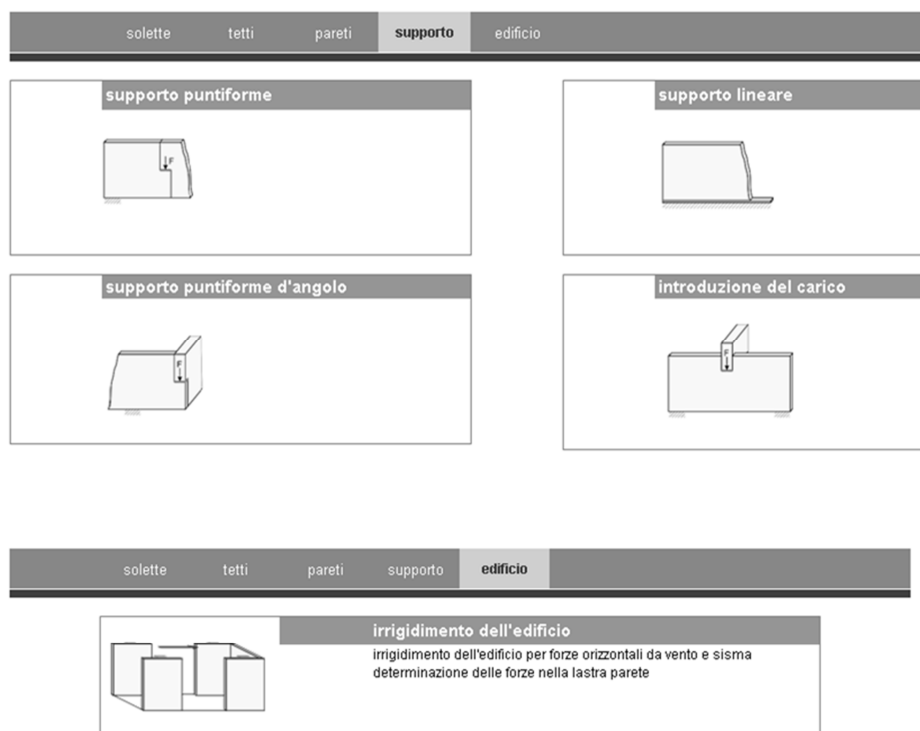
solette | tetti | pareti | supporto | edificio

parete
elementi parete con carichi permanenti non strutturali e carichi vento
Verifica agli stati limite ultimi, di esercizio ed al fuoco
come asta pressoinflessa soggetta ad instabilità

lastra a sbalzo

lastra
elementi parete come lastre con carichi permanenti non strutturali e forza nel
Verifica agli stati limite ultimi, di esercizio ed al fuoco

lastra ad una campata

architrave
architravi ricavate da taglio delle aperture o appoggiate in CLT, legno lamellare o massiccio
Verifica agli stati limite ultimi, di esercizio ed al fuoco

TAVOLE DI MISURAZIONE PER IL CLT

Le tavole di predimensionamento riportate alle pagine seguenti sono state preparate dalla Stora Enso con la massima cura, secondo scienza e coscienza. Esse, tuttavia, non possono sostituire i calcoli statici necessari in ciascun caso specifico. Tutte le informazioni qui contenute sono aggiornate in base alle più recenti conoscenze, ma non si escludono errori.

La Stora Enso non fornisce pertanto alcuna garanzia e avverte espressamente che l'utente dovrà verificare di persona e sotto propria responsabilità la correttezza dei singoli risultati riportati nelle tabelle.

Inner walls

Inner walls (no wind pressure)

In accordance with approval Z 9.1-559
DIN 1052 (2008) and/or EN 1995-1-1 (2006)

Permanent load gk*)	Imposed load nk	Height (buckle length) 2.00 m R 0	2.00 m R 30	2.00 m R 60	2.00 m R 90	3.00 m R 0	3.00 m R 30	3.00 m R 60	3.00 m R 90	4.00 m R 0	4.00 m R 30	4.00 m R 60	4.00 m R 90
10.00	10.00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C3s	60 C3s	80 C3s	80 C3s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s
	20.00				120 C3s			100 C5s					140 C5s
	30.00			100 C5s						80 C3s			
	40.00										90 C3s	120 C5s	
	50.00					80 C3s			140 C5s		100 C3s		
	60.00												
20.00	10.00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s
	20.00			100 C5s						80 C3s			140 C5s
	30.00										90 C3s	120 C5s	
	40.00					80 C3s			140 C5s		100 C3s		
	50.00												
	60.00	80 C3s			140 C5s		90 C3s	120 C5s		90 C3s	100 C5s		
30.00	10.00	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C5s	140 C5s
	20.00										90 C3s	120 C5s	
	30.00					80 C3s			140 C5s		100 C3s		
	40.00												
	50.00	80 C3s			140 C5s		90 C3s	120 C5s		90 C3s	100 C5s		
	60.00												
40.00	10.00	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	90 C3s	120 C5s	140 C5s
	20.00					80 C3s			140 C5s		100 C3s		
	30.00												
	40.00	80 C3s			140 C5s		90 C3s	120 C5s		90 C3s	100 C5s		
	50.00												
	60.00										120 C3s		
50.00	10.00	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C5s	140 C5s	80 C3s	90 C3s	120 C5s	140 C5s
	20.00										100 C3s		
	30.00	80 C3s					90 C3s			90 C3s			
	40.00				140 C5s			120 C5s			100 C5s		
	50.00										120 C3s		
	60.00		90 C3s				100 C3s			100 C3s			
60.00	10.00	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C5s	140 C5s	80 C3s	100 C3s	120 C5s	140 C5s
	20.00	80 C3s					90 C3s			90 C3s			
	30.00				140 C5s			120 C5s			100 C5s		
	40.00										120 C3s		
	50.00		90 C3s				100 C3s			100 C3s			
	60.00			120 C5s									

* The CLT self-weight is already taken into account in the table at ρ = 500 kg/m³

Service class 1, imposed load category A (ψ0 = 0.7; ψ1 = 0.5; ψ2 = 0.3)

Ultimate limit state:
a) Verification as a column (compression in accordance with equivalent member method)
b) Shear stresses

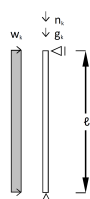
kmod = 0.8

Fire resistance:
v1,i = 0.63 mm/min
v1,a = 0.86 mm/min

R0
R30
R60
R90

This table is only for preliminary design purposes and is not a substitute for a structural analysis!

External walls

Sommario
Informazioni
Costruzioni
Statica
Esecuzione
Trasporto
Lavorazioni

External walls (w = 1.00 kN/m²)

In accordance with approval Z 9.1-559
DIN 1052 (2008) and/or EN 1995-1-1 (2006)

Permanent load gk*)	Imposed load nk	Height (buckle length) 2.00 m R 0	2.00 m R 30	2.00 m R 60	2.00 m R 90	3.00 m R 0	3.00 m R 30	3.00 m R 60	3.00 m R 90	4.00 m R 0	4.00 m R 30	4.00 m R 60	4.00 m R 90
10.00	10.00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s
	20.00			100 C5s						80 C3s			140 C5s
	30.00					80 C3s			140 C5s		90 C3s	120 C5s	
	40.00										100 C3s		
	50.00												
	60.00	80 C3s					90 C3s			90 C3s	100 C5s		
20.00	10.00	60 C3s	80 C3s	80 C3s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C5s	140 C5s
	20.00			100 C5s							90 C3s	120 C5s	
	30.00					80 C3s			140 C5s		100 C3s		
	40.00												
	50.00	80 C3s					90 C3s			90 C3s	100 C5s		
	60.00				140 C5s			120 C5s					
30.00	10.00	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	90 C3s	120 C5s	140 C5s
	20.00					80 C3s					100 C3s		
	30.00								140 C5s				
	40.00						90 C3s			90 C3s	100 C5s		
	50.00	80 C3s			140 C5s			120 C5s					
	60.00												
40.00	10.00	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	90 C3s	120 C5s	140 C5s
	20.00					80 C3s			140 C5s		100 C3s		
	30.00						90 C3s			90 C3s	100 C5s		
	40.00	80 C3s			140 C5s			120 C5s					
	50.00												
	60.00		90 C3s				100 C3s			100 C3s	120 C3s		
50.00	10.00	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	80 C3s	100 C5s	140 C5s	80 C3s	100 C3s	120 C5s	140 C5s
	20.00						90 C3s			90 C3s			
	30.00	80 C3s			140 C5s			120 C5s			100 C5s		
	40.00												
	50.00		90 C3s				100 C3s			100 C3s	120 C3s		
	60.00			120 C5s									
60.00	10.00	60 C3s	80 C3s	100 C5s	120 C3s	80 C3s	90 C3s	100 C5s	140 C5s	90 C3s	100 C3s	120 C5s	140 C5s
	20.00	80 C3s			140 C5s			120 C5s			100 C5s		
	30.00												
	40.00		90 C3s				100 C3s			100 C3s	120 C3s		
	50.00			120 C5s									
	60.00												160 C5s

* The CLT self-weight is already taken into account in the table at ρ = 500 kg/m³

Service class 1, imposed load category A ($\psi 0 = 0.7$; $\psi 1 = 0.5$; $\psi 2 = 0.3$)

Ultimate limit state:
a) Verification as a column (compression and flexion in accordance with equivalent member method)
b) Shear stresses

kmod = 0.8

Fire resistance:
$v_{1,i}$ = 0.63 mm/min
$v_{1,a}$ = 0.86 mm/min

This table is only for preliminary design purposes and is not a substitute for a structural analysis!

Single-span beam_Vibration

Single-span beam_Vibration

In accordance with approval Z 9.1-559
DIN 1052 (2008) and/or EN 1995-1-1 (2006)

Permanent load gk*)	Imposed load nk	Span of single-span beam 3.00 m	3.50 m	4.00 m	4.50 m	5.00 m	5.50 m	6.00 m	6.50 m	7.00 m
1.00	1.00		80 L3s	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	
	2.00	80 L3s	90 L3s	100 L3s		120 L3s			200 L5s	220 L7s - 2
	2.80							180 L5s		
	3.50	80 L3s	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2			
	4.00		100 L3s		140 L5s			200 L5s	220 L7s - 2	240 L7s - 2
	5.00	90 L3s	120 L3s	120 L3s		160 L5s - 2				
1.50	1.00	80 L3s	90 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s		180 L5s	200 L5s	220 L7s - 2
	2.00									
	2.80	80 L3s		120 L3s	120 L3s		160 L5s - 2			
	3.50		100 L3s					200 L5s	220 L7s - 2	240 L7s - 2
	4.00	90 L3s		120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2				
	5.00	90 L3s	120 L3s				180 L5s	220 L7s - 2		
2.00	1.00	80 L3s			120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2			
	2.00		100 L3s	120 L3s				200 L5s		
	2.80	90 L3s							220 L7s - 2	240 L7s - 2
	3.50				140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s			
	4.00	90 L3s	120 L3s	120 L3s				220 L7s - 2		
	5.00						200 L5s		240 L7s - 2	260 L7s - 2
2.50	1.00	90 L3s	100 L3s	120 L3s			160 L5s - 2	200 L5s		
	2.00						180 L5s		220 L7s - 2	240 L7s - 2
	2.80		120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2				
	3.50	90 L3s						220 L7s - 2		
	4.00			140 L5s			200 L5s		240 L7s - 2	260 L7s - 2
	5.00	100 L3s	120 L3s		160 L5s - 2					
3.00	1.00	90 L3s		120 L3s	140 L5s		180 L5s		220 L7s - 2	240 L7s - 2
	2.00	90 L3s	120 L3s							
	2.80					160 L5s - 2		220 L7s - 2		260 L7s - 2
	3.50	100 L3s		140 L5s	160 L5s - 2		200 L5s		240 L7s - 2	
	4.00		120 L3s							
	5.00					180 L5s				280 L7s - 2

* The CLT self-weight is already taken into account in the table at $\rho = 500$ kg/m³

Service class 1, imposed load category A ($\psi_0 = 0.7$; $\psi_1 = 0.5$; $\psi_2 = 0.3$)

Ultimate limit state:
a) Verification of bending stresses
b) Verification of shear stresses

kmod = 0.8

Serviceability:
a) Quasi-constant design situation
zul w fin = 250
b) Infrequent design situation
zul w q,inst = 300
zul w fin - w g,inst = 200
c) Vibration
(to EN 1995-1-1 and after Kreuzinger & Mohr)
($f_1 > 8$ Hz oder $f_1 > 5$ Hz mit $a = 0.4$ m/s², $v < v_{grenz}$, $w_{EF} < 1$ mm)
D = 2 %, 5 cm cement screed b = 1.2 · ℓ

kdef = 0.6

Fire resistance:
HFA 2011
v1 = 0.65 mm/min

R0
R30
R60
R90

Since any vibration depends not only on the span but also on the mass, a thicker ceiling may be necessary despite a shorter span.

This table specifies the required thicknesses for the normal design situation (R0). The colour shading represents the fire resistance rating which is also attained with this thickness. If a higher fire resistance rating is required, a separate analysis must be carried out.

This table is only for preliminary design purposes and is not a substitute for a structural analysis!

Single-span beam_Deformation

STORA ENSO BUILDING AND LIVING **BUILDING SOLUTIONS** February **2011**

Single-span beam_Deformation

In accordance with approval Z 9.1-559
DIN 1052 (2008) and/or EN 1995-1-1 (2006)

<table>
<tr><th>Permanent load
gk*)</th><th>Imposed load
nk</th><th colspan="9">Span of single-span beam</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th>3.00 m</th><th>3.50 m</th><th>4.00 m</th><th>4.50 m</th><th>5.00 m</th><th>5.50 m</th><th>6.00 m</th><th>6.50 m</th><th>7.00 m</th></tr>
<tr><td rowspan="6">1.00</td><td>1.00</td><td rowspan="3">80 L3s</td><td>80 L3s</td><td>90 L3s</td><td rowspan="3">120 L3s</td><td>120 L3s</td><td rowspan="3">140 L5s</td><td rowspan="5">160 L5s - 2</td><td rowspan="2">160 L5s - 2</td><td>180 L5s</td></tr>
<tr><td>2.00</td><td rowspan="2">90 L3s</td><td rowspan="2">100 L3s</td><td>120 L3s</td><td rowspan="2">200 L5s</td></tr>
<tr><td>2.80</td><td rowspan="3">140 L5s</td><td rowspan="2">180 L5s</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td rowspan="2">80 L3s</td><td>90 L3s</td><td rowspan="2">120 L3s</td><td>120 L3s</td><td rowspan="3">160 L5s - 2</td><td rowspan="3">220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>4.00</td><td>100 L3s</td><td rowspan="2">140 L5s</td><td rowspan="2">200 L5s</td></tr>
<tr><td>5.00</td><td>90 L3s</td><td>120 L3s</td><td>120 L3s</td><td>160 L5s - 2</td><td>200 L5s</td></tr>
<tr><td rowspan="6">1.50</td><td>1.00</td><td>80 L3s</td><td rowspan="2">90 L3s</td><td>100 L3s</td><td rowspan="2">120 L3s</td><td rowspan="4">140 L5s</td><td>140 L5s</td><td rowspan="2">160 L5s - 2</td><td>180 L5s</td><td>200 L5s</td></tr>
<tr><td>2.00</td><td rowspan="3">80 L3s</td><td rowspan="3">120 L3s</td><td rowspan="5">160 L5s - 2</td><td rowspan="4">200 L5s</td><td rowspan="5">220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>2.80</td><td rowspan="3">100 L3s</td><td>120 L3s</td><td rowspan="3">180 L5s</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td rowspan="3">140 L5s</td></tr>
<tr><td>4.00</td><td>90 L3s</td><td rowspan="2">120 L3s</td><td rowspan="2">160 L5s - 2</td></tr>
<tr><td>5.00</td><td>90 L3s</td><td>120 L3s</td><td>200 L5s</td><td>220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2.00</td><td>1.00</td><td rowspan="2">80 L3s</td><td rowspan="3">100 L3s</td><td rowspan="3">120 L3s</td><td>120 L3s</td><td rowspan="2">140 L5s</td><td rowspan="4">160 L5s - 2</td><td rowspan="2">180 L5s</td><td rowspan="2">200 L5s</td><td rowspan="6">220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>2.00</td><td rowspan="5">140 L5s</td></tr>
<tr><td>2.80</td><td>90 L3s</td><td rowspan="4">160 L5s - 2</td><td rowspan="4">200 L5s</td><td rowspan="4">220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td rowspan="3">90 L3s</td><td rowspan="3">120 L3s</td><td rowspan="3">120 L3s</td></tr>
<tr><td>4.00</td><td rowspan="2">180 L5s</td></tr>
<tr><td>5.00</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2.50</td><td>1.00</td><td rowspan="2">90 L3s</td><td>100 L3s</td><td>120 L3s</td><td rowspan="5">140 L5s</td><td rowspan="6">160 L5s - 2</td><td rowspan="2">160 L5s - 2</td><td>180 L5s</td><td rowspan="6">220 L7s - 2</td><td rowspan="3">220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>2.00</td><td rowspan="4">120 L3s</td><td rowspan="3">120 L3s</td><td rowspan="4">200 L5s</td></tr>
<tr><td>2.80</td><td rowspan="3">90 L3s</td><td rowspan="3">180 L5s</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td rowspan="2">140 L5s</td><td rowspan="3">240 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>4.00</td></tr>
<tr><td>5.00</td><td>100 L3s</td><td>120 L3s</td><td>160 L5s - 2</td><td>200 L5s</td><td>220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td rowspan="6">3.00</td><td>1.00</td><td>90 L3s</td><td rowspan="3">120 L3s</td><td>120 L3s</td><td rowspan="2">140 L5s</td><td rowspan="5">160 L5s - 2</td><td rowspan="3">180 L5s</td><td rowspan="2">200 L5s</td><td rowspan="6">220 L7s - 2</td><td>220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>2.00</td><td>90 L3s</td><td rowspan="5">140 L5s</td><td rowspan="5">240 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>2.80</td><td rowspan="4">100 L3s</td><td rowspan="4">160 L5s - 2</td><td rowspan="4">220 L7s - 2</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td rowspan="3">120 L3s</td><td rowspan="3">200 L5s</td></tr>
<tr><td>4.00</td></tr>
<tr><td>5.00</td><td>180 L5s</td></tr>
</table>

* The CLT self-weight is already taken into account in the table at ρ = 500 kg/m³

Service class 1, imposed load category A (ψ_0 = 0.7; ψ_1 = 0.5; ψ_2 = 0.3)

Ultimate limit state:
a) Verification of bending stresses
b) Verification of shear stresses

kmod = 0.8

Serviceability:
a) Quasi-constant design situation
zul w fin = 250
b) Infrequent design situation
zul w q,inst = 300
zul w fin - w g,inst = 200

kdef = 0.6

Fire resistance:
HFA 2011
v1 = 0.65 mm/min

R0
R30
R60
R90

This table specifies the required thicknesses for the normal design situation (R0). The colour shading represents the fire resistance rating which is also attained with this thickness. If a higher fire resistance rating is required, a separate analysis must be carried out.
This table is only for preliminary design purposes and is not a substitute for a structural analysis!

Two-span beam_Vibration

STORA ENSO BUILDING AND LIVING **BUILDING SOLUTIONS** February **2011**

Two-span beam_Vibration

In accordance with approval Z 9.1-559
DIN 1052 (2008) and/or EN 1995-1-1 (2006)

Permanent load gk*)	Imposed load nk	Span of single-span beam 3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m
1.00	1.00	60 L3s	80 L3s	80 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	
	2.00	80 L3s	90 L3s	90 L3s	120 L3s	120 L3s			200 L5s	220 L7s - 2
	2.80		80 L3s					180 L5s		
	3.50			100 L3s		140 L5s	160 L5s - 2		220 L7s - 2	
	4.00	80 L3s	90 L3s		120 L3s			200 L5s		240 L7s - 2
	5.00		100 L3s	120 L3s						
1.50	1.00	80 L3s		90 L3s	120 L3s			180 L5s		220 L7s - 2
	2.00		80 L3s			140 L5s	160 L5s - 2			
	2.80			100 L3s				200 L5s	220 L7s - 2	
	3.50	80 L3s		100 L3s	120 L3s					240 L7s - 2
	4.00		90 L3s	120 L3s		160 L5s - 2	180 L5s			
	5.00		100 L3s		140 L5s			220 L7s - 2		
2.00	1.00		80 L3s	100 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	200 L5s		
	2.00				120 L3s					
	2.80	80 L3s	80 L3s	120 L3s					220 L7s - 2	240 L7s - 2
	3.50		90 L3s		140 L5s	160 L5s - 2	180 L5s	220 L7s - 2		
	4.00			120 L3s						
	5.00		100 L3s				200 L5s		240 L7s - 2	260 L7s - 2
2.50	1.00		80 L3s	120 L3s			180 L5s		220 L7s - 2	240 L7s - 2
	2.00		90 L3s							
	2.80	80 L3s			140 L5s	160 L5s - 2		220 L7s - 2		
	3.50		90 L3s	120 L3s			200 L5s		240 L7s - 2	260 L7s - 2
	4.00									
	5.00	80 L3s	100 L3s							
3.00	1.00		90 L3s							240 L7s - 2
	2.00	80 L3s	90 L3s			160 L5s - 2				
	2.80			120 L3s	140 L5s		200 L5s	220 L7s - 2	240 L7s - 2	260 L7s - 2
	3.50		100 L3s							
	4.00	80 L3s				180 L5s				280 L7s - 2
	5.00				160 L5s - 2		220 L7s - 2			

* The CLT self-weight is already taken into account in the table at $\rho = 500$ kg/m³

Service class 1, imposed load category A ($\psi_0 = 0.7$; $\psi_1 = 0.5$; $\psi_2 = 0.3$)

Ultimate limit state:
a) Verification of bending stresses
b) Verification of shear stresses

kmod = 0.8

Serviceability:
a) Quasi-constant design situation
zul w fin = 250
b) Infrequent design situation
zul w q,inst = 300
zul w fin - w g,inst = 200
c) Vibration
(to EN 1995-1-1 and after Kreuzinger & Mohr)
($f_1 > 8$ Hz oder $f_1 > 5$ Hz mit $a = 0{,}4$ m/s², $v < v_{grenz}$, $w_{EF} < 1$ mm)
D = 2 %, 5 cm cement screed b = 1,2 · ℓ

kdef = 0.6

Fire resistance:
$\beta = 0.65$ mm/min

R0
R30
R60
R90

Since any vibration depends not only on the span but also on the mass, a thicker ceiling may be necessary despite a shorter span. The analysis was carried out using the imposed load on one field. In the event of imposed loads on both fields, the required ceiling thickness may be reduced.

This table specifies the required thicknesses for the normal design situation (R0). The colour shading represents the fire resistance rating which is also attained with this thickness. If a higher fire resistance rating is required, a separate analysis must be carried out.

This table is only for preliminary design purposes and is not a substitute for a structural analysis!

Two-span beam_Deformation

Two-span beam_Deformation

In accordance with approval Z 9.1-559
DIN 1052 (2008) and/or EN 1995-1-1 (2006)

Permanent load gk*)	Imposed load nk	Span of single-span beam								
		3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m
1.00	1.00	60 L3s	80 L3s	80 L3s	80 L3s	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	140 L5s
	2.00		80 L3s		90 L3s	100 L3s	120 L3s			160 L5s - 2
	2.80	80 L3s		90 L3s	100 L3s	120 L3s		140 L5s		160 L5s - 2
	3.50	80 L3s		100 L3s	120 L3s		140 L5s		160 L5s - 2	
	4.00		90 L3s					160 L5s - 2		180 L5s
	5.00		100 L3s	120 L3s		140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s	200 L5s
1.50	1.00	60 L3s	80 L3s	80 L3s	90 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2
	2.00	80 L3s		90 L3s	100 L3s	120 L3s		140 L5s		160 L5s - 2
	2.80			90 L3s					160 L5s - 2	
	3.50			100 L3s	120 L3s		140 L5s			
	4.00		90 L3s					160 L5s - 2		180 L5s
	5.00		100 L3s	120 L3s		140 L5s	160 L5s - 2		180 L5s	200 L5s
2.00	1.00	80 L3s	80 L3s	90 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2
	2.00			90 L3s	120 L3s		140 L5s		160 L5s - 2	
	2.80		80 L3s	100 L3s						180 L5s
	3.50							160 L5s - 2		
	4.00		90 L3s							
	5.00		100 L3s	120 L3s		140 L5s	160 L5s - 2		180 L5s	200 L5s
2.50	1.00	80 L3s	80 L3s	90 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2
	2.00		80 L3s	100 L3s				160 L5s - 2		180 L5s
	2.80		90 L3s							
	3.50					140 L5s				200 L5s
	4.00			120 L3s					180 L5s	
	5.00	80 L3s	100 L3s				160 L5s - 2			
3.00	1.00	80 L3s	80 L3s	100 L3s	120 L3s	120 L3s	140 L5s	160 L5s - 2	160 L5s - 2	180 L5s
	2.00		90 L3s			140 L5s				200 L5s
	2.80			120 L3s					180 L5s	
	3.50	80 L3s					160 L5s - 2			
	4.00									
	5.00		100 L3s						200 L5s	220 L7s - 2

* The CLT self-weight is already taken into account in the table at $\rho = 500$ kg/m³

Service class 1, imposed load category A ($\psi_0 = 0.7$; $\psi_1 = 0.5$; $\psi_2 = 0.3$)

Ultimate limit state:
a) Verification of bending stresses
b) Verification of shear stresses

kmod = 0.8

Serviceability:
a) Quasi-constant design situation
zul w fin = 250
b) Infrequent design situation
zul w q,inst = 300
zul w fin - w g,inst = 200

kdef = 0.6

Fire resistance:
HFA 2011
v1 = 0.65 mm/min

R0
R30
R60
R90

The analysis was carried out using the imposed load on one field. In the event of imposed loads on both fields, the required ceiling thickness may be reduced.

This table specifies the required thicknesses for the normal design situation (R0). The colour shading represents the fire resistance rating which is also attained with this thickness. If a higher fire resistance rating is required, a separate analysis must be carried out.

This table is for preliminary design purposes and is not a substitute for a structural analysis!

Esecuzione del progetto

PROCEDURA D'ORDINE

CLT – Gli elementi in legno massiccio

OFFERTA

Saremo lieti di sottoporvi un'offerta basata sulla documentazione che ci fornirete. La documentazione potrà essere presentata alla Stora Enso nelle seguenti forme:

- testo d'offerta (qui va considerato lo sfrido)
- disegni dei singoli pezzi

Saremo lieti di offrirvi la nostra assistenza per rilevare le necessarie dimensioni dai progetti esecutivi e di levigatura.

Uno strumento semplice è anche il programma di predimensionamento scaricabile gratuitamente dal sito **www.clt.info**. Nel caso in cui necessitiate di assistenza per il predimensionamento vi preghiamo di fornire i seguenti dati:

- carico utile
- carichi permanenti (pesi, struttura del pavimento, ecc.)
- ubicazione (carico di neve)

Vi preghiamo di considerare che le quantità calcolate dalla Stora Enso possono discostarsi da quelle effettivamente necessarie che potranno essere determinate con precisione soltanto in fase di preparazione dei lavori!

ORDINE

Dopo aver ricevuto un'offerta da parte della Stora Enso vi preghiamo di inviarcene copia firmata quale conferma dell'ordine.
Una volta calcolati i quantitativi, questi vengono prenotati per la produzione e da ció risulterà una data di consegna che potrà essere rispettata dalla Stora Enso a patto che:

- vengano inviati i necessari disegni dei pezzi singoli (vedi requisiti dei disegni dei singoli pezzi) raggruppati in un file *.dwg o*.dxf e contenenti le seguenti informazioni:
  - numerazione progressiva degli elementi,
  - direzione degli assi,
  - spessore degli elementi,
  - misure di tutte le dimensioni,
  - collegamenti tra gli elementi,
  - qualità delle superfici,
  - lato della veduta;
- venga compilata la checklist in tutte le sue parti;
- i disegni degli elementi/la lista di fatturazione preparati dalla Stora Enso vengano approvati dal cliente almeno 12 giornate lavorative prima della consegna;
- il cliente non comunichi cambiamenti nelle ultime 12 giornate lavorative precedenti la consegna.

Dopo aver ricevuto la documentazione necessaria i tecnici della Stora Enso danno inizio alla programmazione definitiva del vostro progetto.

Messi a punto i disegni, la Stora Enso ve li invierà unitamente all'elenco degli elementi e alla lista di carico e di fatturazione (lista «EVV») affinché li controlliate ed attenderà la vostra approvazione scritta.
Dopo aver ricevuto questa documentazione da voi approvata, la Stora Enso darà avvio alla produzione del vostro progetto.
Dopo essere stati rifiniti gli elementi in CLT verranno caricati seguendo l'ordine di carico previsto e consegnati a destinazione entro il termine stabilito (vedi alla voce «Trasporto».

CONDIZIONI GENERALI
di vendita & fornitura

Informazioni generali

Ai rapporti di lavoro tra la ditta Stora Enso (nel prosieguo Stora Enso) ed il cliente si applicano esclusivamente le condizioni di vendita e fornitura della Stora Enso. Le condizioni generali di esercizio del cliente non hanno alcuna validità.

Modifica dell'ordine

La Stora Enso ha il diritto di trasferire il presente contratto ad un'azienda collegata (società madre, affiliata o consorella) la quale in questo caso subentra in tutto e per tutto quale parte contraente in luogo della Stora Enso. Il cliente verrà informato del trasferimento al più tardi con la presentazione della fattura da parte della società subentrante.

«La Stora Enso ha facoltà di variare fino al 10% in eccesso o in difetto il quantitativo della fornitura pattuito per contratto ed ha il diritto di effettuare consegne scaglionate. La fatturazione verrà calcolata in base al quantitativo effettivamente consegnato. Le indicazioni di peso non sono vincolanti.»

Eventi imprevisti quali guerre, scioperi, incendi, intemperie e simili, anche quando abbiano soltanto un influsso indiretto sul compimento della transazione, come pure qualsiasi altro avvenimento che non sia imputabile alla Stora Enso, per esempio impedimenti in termini di trasporto o consegna a carico dei fornitori della Stora Enso, ecc., autorizzano la Stora Enso a rimandare proporzionalmente la fornitura ovvero a recedere dal contratto.

Consegna

Le date di consegna indicate nel contratto sono approssimative e possono essere superate dalla Stora Enso di un periodo che può arrivare fino alle due settimane. In caso di superamento eccessivo dei tempi di consegna il cliente sarà tenuto a fissare per iscritto una nuova data prevedendo una proroga di almeno 4 settimane.

Nel caso in cui il cliente non ritiri la merce tempestivamente o secondo gli accordi, o se non si avvalga di un suo eventuale diritto ad impartire un ordine di consegna entro i tempi previsti, la Stora Enso sarà autorizzata a richiedere spese di magazzinaggio secondo le tariffe di mercato, oltre al rimborso dei costi effettivamente sostenuti.

Qualora per la Stora Enso sussista diritto di recesso, tale diritto potrà essere esercitato anche soltanto relativamente ad una parte della fornitura.

Pagamento

I termini di pagamento si considerano rispettati quando entro la loro scadenza l'intero importo della fattura sia stato registrato a credito, incondizionatamente, sul conto corrente indicato in fattura. In caso di ritardo nei pagamenti la Stora Enso avrà il diritto di addebitare interessi di mora pari ad un minimo del 10% annuo in più rispetto al tasso di sconto praticato dalla Banca Nazionale austriaca.

Non è ammessa la compensazione di debiti verso la Stora Enso con crediti del cliente presso di essa. È fatto divieto al cliente di cedere ovvero trasferire a terzi i propri diritti derivanti dal presente contratto senza autorizzazione scritta da parte della Stora Enso.

Nel caso in cui il cliente non rispetti le condizioni di pagamento previste dal presente o da altro contratto, o qualora risulti pregiudicata la sua solvibilità, la Stora Enso avrà il diritto di vincolare la produzione e la fornitura della merce a sufficienti garanzie di liquidità da parte del cliente.

I termini di consegna da parte della Stora Enso si prolungheranno nella misura del ritardo di pagamento ovvero, in caso di peggioramento della solvibilità, del tempo intercorrente tra la richiesta e la presentazione della garanzia. Nel caso in cui il ritardo di pagamento o i tempi di presentazione della garanzia superino i sette giorni, la Stora Enso potrà recedere completamente o in parte dal contratto.

Riservato dominio

La merce consegnata resta di proprietà della Stora Enso fino al completo pagamento di tutti i debiti.

Qualora il cliente venda la merce soggetta a riservato dominio, egli cederà i risultanti proventi alla Stora Enso. Il cliente sarà tenuto ad informare immediatamente la Stora Enso dell'avvenuta vendita e dell'intervento della clausola di cessione anticipata del prezzo di vendita e a rendere altresì noto il nominativo del destinatario della merce.

Il riservato dominio permane indipendentemente dal luogo in cui si trovi la merce o dalla sua eventuale lavorazione o alienazione. Nel caso in cui la merce sia stata lavorata, l'acquirente diverrà comproprietario del prodotto in proporzione al valore delle materie prime lavorate (prolungamento della clausola di riservato dominio).

Garanzia

Gli eventuali difetti dovranno essere reclamati per iscritto immediatamente al momento della consegna. Il cliente dovrà rendere accessibile la merce per permettere alla Stora Enso di prenderne visione. Nel caso in cui la merce venga lavorata o venduta prima che la Stora Enso la possa esaminare, il cliente perderà qualsiasi diritto di garanzia e di risarcimento.

La Stora Enso potrà a propria discrezione soddisfare i diritti di garanzia del cliente procedendo alla sostituzione della fornitura (o con fornitura integrativa), praticando una riduzione sul prezzo o ritirando la merce senza sostituirla. Si esclude qualsiasi ulteriore rivendicazione da parte del cliente.

Risarcimento danni

Il cliente non ha diritto ad alcun risarcimento da parte della Stora Enso, ad eccezione del caso in cui il danno sia insorto per un comportamento intenzionale o una colpa grave della Stora Enso. Il cliente ha un anno di tempo a partire dalla data della consegna della merce per far valere i propri diritti al risarcimento dei danni nei confronti della Stora Enso, dopodiché interviene la prescrizione.

Diritto applicabile

Diritto applicabile è il diritto austriaco ad eccezione delle norme di rinvio del Diritto Internazionale Privato e della Raccolta austriaca degli usi e delle consuetudini per il commercio del legno.

Luogo di adempimento e foro competente

Luogo di adempimento per entrambe le parti è la sede sociale della Stora Enso in 3531 Brand 44, Austria. Come foro competente si conviene il tribunale preposto per luogo e materia di Zwettl (Austria Inferiore) e la corte di arbitrato della Borsa merci di Vienna. Qualsiasi altro foro competente cui potrebbe adire il cliente è escluso. Oltre ai fori competenti su nominati, la Stora Enso può eventualmente scegliere ulteriori fori competenti opzionali disponibili per legge.

Supplemento alle
Condizioni generali di vendita e fornitura specifico per il CLT

* La seguente parte delle Condizioni generali di vendita e fornitura non vale relativamente al prodotto CLT contemplato nel contratto:
«La Stora Enso ha facoltà di variare fino al 10% in eccesso o in difetto il quantitativo della fornitura pattuito per contratto ed ha il diritto di effettuare consegne scaglionate. La fatturazione verrà calcolata in base al quantitativo effettivamente consegnato. Le indicazioni di peso non sono vincolanti.»

* La seguente parte delle Condizioni generali di vendita e fornitura viene modificata come segue relativamente al prodotto CLT contemplato nel contratto:
anziché: «Gli eventuali difetti dovranno essere reclamati per iscritto immediatamente al momento della consegna» si pattuisce quanto segue: «Gli eventuali difetti dovranno essere reclamati per iscritto entro tre giorni lavorativi dall'avvenuta consegna».

Ultimo aggiornamento 11/2009

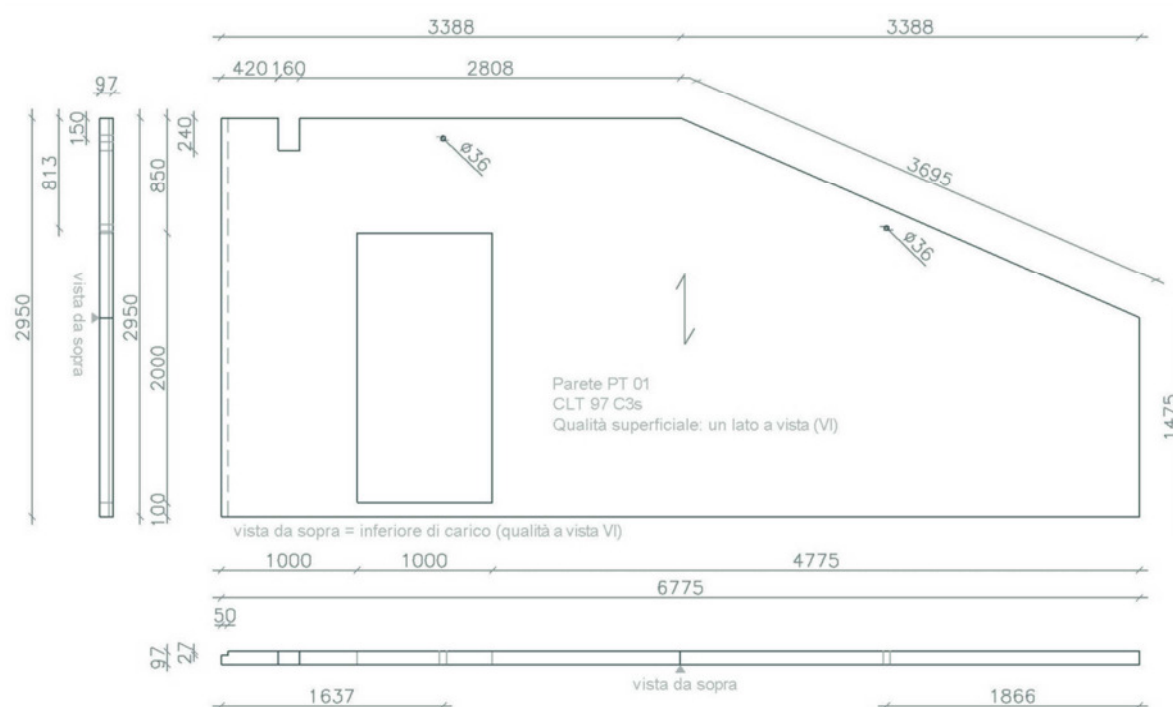
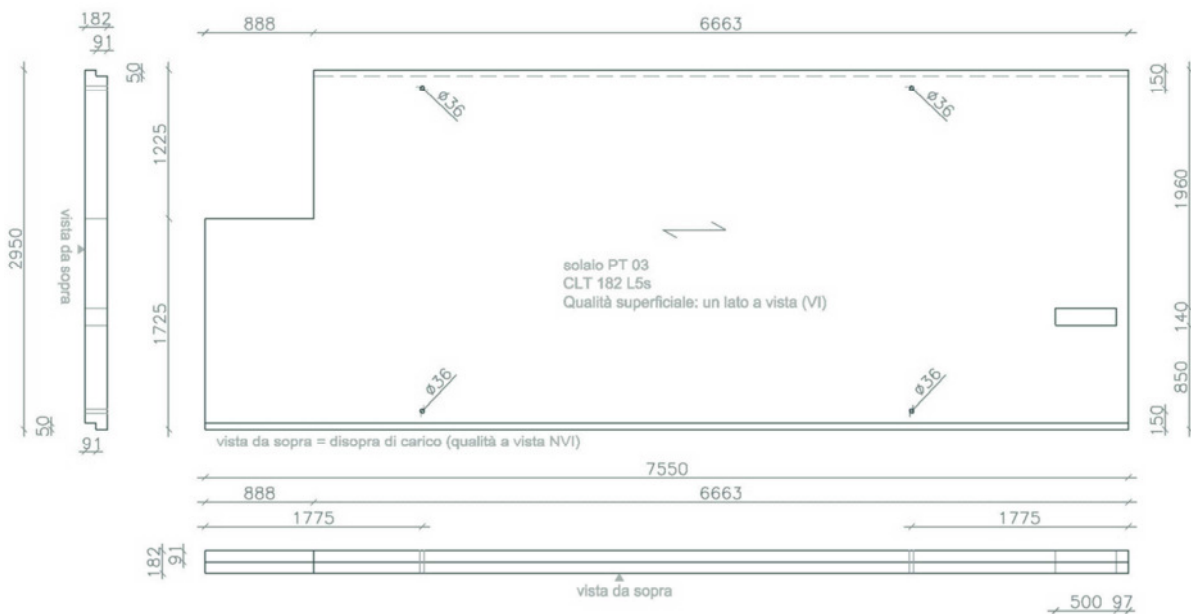
PROGETTAZIONE
degli elementi CLT

Per soddisfare al meglio il Suo ordine Le chiediamo di trasmetterci disegni dei singoli pezzi contenenti le seguenti informazioni:

- numerazione progressiva degli elementi
- direzione degli assi
- spessore degli elementi
- misure di tutte le dimensioni
- collegamenti tra gli elementi
- qualità delle superfici
- posizione del lato a vista
- posizione della faccia superiore durante il carico

La preghiamo, inoltre, di farci pervenire i disegni tempestivamente prima della data di consegna desiderata. Di norma si calcoli un intervallo di 20 giorni lavorativi tra invio dei disegni e data di consegna.

La rappresentazione dei pezzi dovrà essere assonometrica con specificazione di ciascuna delle tre dimensioni e potrebbe essere realizzata grosso modo come segue:

PER PARETI

PER SOLAIO

La preghiamo di inviarci i disegni delle singole parti su di un unico file *.dwg o *.dxf.

Nel caso in cui il progetto sia stato elaborato in 3D possiamo lavorare anche su file SAT in formato ACIS.

È importante prestare attenzione a che tutti i pezzi siano correttamente specificati. Al fine di garantirlo suggeriamo, per i progetti di maggiori dimensioni, di trasmettere i disegni suddivisi piano per piano.

Al momento della preparazione dei disegni si dovrebbe anche già pensare alla successiva sequenza di carico (numerazione degli elementi).

DIMENSIONI DI FATTURAZIONE
Spiegazione

Lunghezze di fatturazione:	Dalla lunghezza minima prodotta di 8,00 m per larghezza di fatturazione a max. 16,00 m (con progressione di 10 cm)
Larghezze di fatturazione:	2,45 m, 2,75 m, 2,95 m

ES. 1 15900 X 2950 X 97 MM

Dimensione di fatturazione:	2,95 x 15,90	46,91 m²
Superficie netta dell'elemento:		38,59 m²
Sfrido:		8,32 m²
Dimensione di fatturazione:		**46,91m²**

ES. 2 12100 X 2450 X 97 MM

Dimensione di fatturazione:	2,45 x 12,10	29,65 m²
Superficie netta dell'elemento		23,58 m²
Sfrido:		6,07 m²
Dimensione di fatturazione:		**29,65 m²**

Trasporto

CONDIZIONI DI TRASPORTO

degli elementi in legno massiccio CLT

Per quanto concerne il trasporto andranno osservati i seguenti punti ovvero andranno garantite alla ditta Stora Enso le seguenti condizioni:

1. l'accesso al cantiere deve essere praticabile ad autotreni o autoarticolati. Si dovrà, inoltre, prevedere che la strada pubblica fino al cantiere sia percorribile con un semirimorchio della lunghezza complessiva di 19 m;
2. il trasporto, come anche gli eventuali costi aggiuntivi dovuti a tempi di fermo, trasbordo e manipolazione, sono a carico dell'acquirente. Il prezzo del trasporto include 3 ore di fermo per lo scarico, ma non comprende la manodopera per lo spostamento o scarico della merce. Per ogni quarto d'ora supplementare (o sua frazione) verrà addebitata la tariffa pattuita di 15 € (IVA esclusa). I tempi di fermo dovranno essere confermati con firma sul libretto del conducente;
3. per ogni carico potranno essere trasportati in posizione orizzontale al massimo 50 m³ ovvero 25 t di pannelli CLT in legno massiccio (a seconda del tipo di semirimorchio). La sequenza di carico degli elementi potrà essere rispettata soltanto nella misura in cui essa non contravvenga al codice della strada o alle condizioni di trasporto;
4. il costo del trasporto viene calcolato prendendo come riferimento un semirimorchio standard. Nel caso in cui per accedere al cantiere sia necessario un semirimorchio autosnodato speciale o simili la differenza di costo verrà addebitata al committente;
5. entro un termine di 10 giornate lavorative dalla consegna sarà possibile spostare la data di consegna di un intervallo ordinario (max. 3 giornate lavorative) senza che ciò comporti costi aggiuntivi per il committente. Per slittamenti della data di consegna resi noti a meno di 10 giornate lavorative dal termine pattuito verranno addebitate spese di magazzinaggio e gestione pari a 200 € (IVA esclusa) al giorno;
6. il trasporto si intende alle condizioni CPT – Carriage Paid To;
7. in caso di ritiro della merce per conto proprio, lo spedizioniere dovrà venire munito dell'equipaggiamento necessario a garantire la sicurezza delle operazioni di carico e del trasporto. Inoltre, anche in questo caso gli eventuali slittamenti della data del ritiro comporteranno spese di magazzinaggio e gestione (vedi al punto 5);
8. eventi imprevisti, anche quando abbiano soltanto influsso indiretto sul completamento della transazione, che esulino dal campo d'azione della ditta Stora Enso, autorizzano quest'ultima a spostare di conseguenza la data di consegna.

I punti indicati in materia di trasporto dei pannelli CLT della Stora Enso sono fondamentali per la stipula del contratto.

Ultimo aggiornamento 11/2009

INDICAZIONI SUL TRASPORTO
del CLT

CARICAMENTO IN POSIZIONE ORIZZONTALE

Caricando la merce in posizione orizzontale un rimorchio standard può trasportare fino a max. 25 t di peso con una lunghezza max. di 13,6 m ed una larghezza max. di 2,95 m. Se lo spessore dei pannelli lo consente, è possibile trasportare anche elementi fino ad una lunghezza max. di 16,0 m con un rimorchio standard. Per il calcolo del peso di carico si può assumere una densità di 470 kg/m³.
Nel caso in cui risulti necessario l'impiego di equipaggiamento speciale, saremmo lieti di metterlo a disposizione. In tal caso vi preghiamo di tenere conto delle seguenti variazioni in merito ai valori massimi di lunghezza, peso e larghezza di carico.

Equipaggiamento standard	Carico max.	Lunghezza max.	Larghezza max.
Rimorchio standard	25 t	13,60 m	2,95

Equipaggiamento speciale	Carico max.	Lunghezza max.	Larghezza max.
Rimorchio allungabile	22 t	16,00 m	2,95 m
Rimorchio articolato	22 t	16,00 m	2,95 m
Rimorchio articolato a trazione integrale	20-22 t	16,00 m	2,95 m

Dopo essere stati caricati, i pannelli in CLT vengono fissati con nastri forati3 volte su ogni lato per evitare che slittino lateralmente e quindi coperti con un telo per camion. Ciò per proteggerli dagli agenti atmosferici. Tra elementi e cinghie fermacarico vengono. inoltre, inseriti paraspigoli in cartone.
Se si tratta di pannelli in qualità a vista, tra un pannello e l'altro viene posto un film a bolle d'aria. Infine gli elementi vengono ricoperti con una pellicola filtrante contro i raggi UV. Ciò per garantire che il carico giunga integro al vostro cantiere.
Sotto il primo pannello siamo soliti porre almeno 8 spessori di legno (75 x 75 mm o 95 x 95 mm). I pannelli successivi, invece, vengono posati direttamente su quelli sottostanti.
Per permettere lo scarico con sollevatore a forche, tuttavia, possiamo su richiesta inserire spessori anche fra gli altri strati. Gli spessori vanno restituiti al trasportatore. Nel caso in cui ne abbiate bisogno per la lavorazione successiva, li addebiteremo in fattura.

TRASPORTO IN POSIZIONE VERTICALE

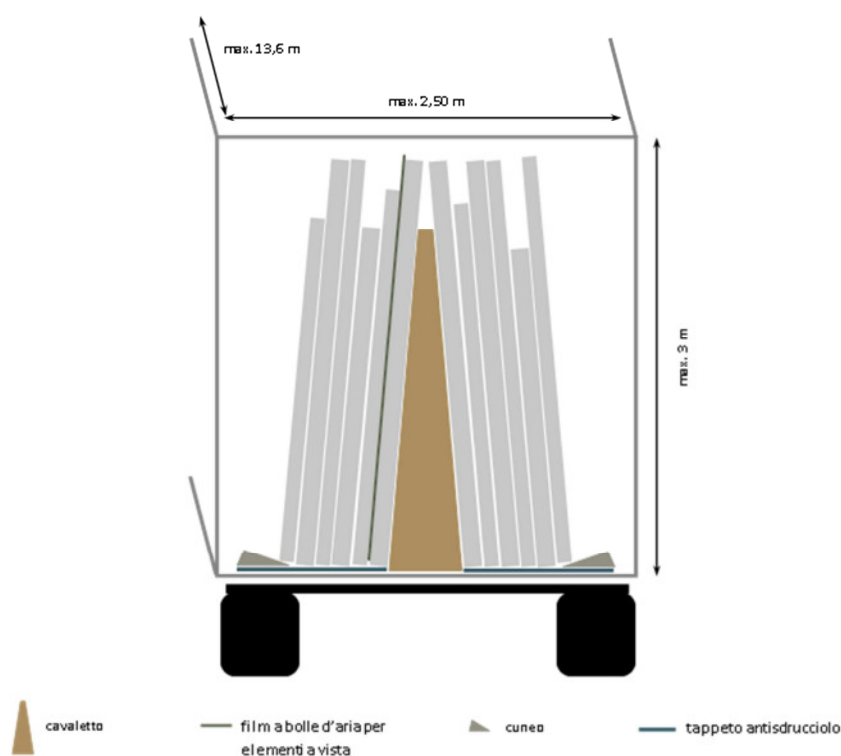
Caricando la merce in posizione verticale un megatrailer può trasportare fino a max. 25 t di peso con una lunghezza max. di 13,6 m ed un'altezza max. di 3,0 m. Considerare che per via dei cavalletti la sporgenza deve essere minore che con il trasporto in posizione orizzontale (max. ca. 45 m³, a seconda delle dimensioni e dello spessore dei pannelli). Per il calcolo del peso di carico si può assumere una densità di 470 kg/m³.

Ciascun semirimorchio è dotato di almeno 6 cavalletti contro i quali vengono reclinati i pannelli in CLT che vengono quindi avvitati fra loro (i punti in cui si trovano le viti sono contrassegnati con del colore). Successivamente gli elementi posti sui lati dei cavalletti vengono fermati fra loro con cinghie di fissaggio e infine si procede a legare l'intero carico. Per assicurare ancora meglio la merce la si avvita sul lato superiore per mezzo di nastri forati.

A terra viene posto un tappeto antisdrucciolo e si inseriscono cunei per impedire lo scivolamento del carico.

Come per il trasporto in posizione orizzontale, anche in questo caso tra cinghie di fissaggio ed elementi si inseriscono paraspigoli in cartone.

Per pannelli in qualità a vista, tra un pannello e l'altro si stende un film a bolle d'aria.

Nel caso in cui abbiate bisogno dei cavalletti per la lavorazione successiva, ve li addebiteremo in fattura.

Rifinitura & montaggio

Rifinitura del CLT: lavorazioni e macchinari impiegati

Boccole di sollevamento

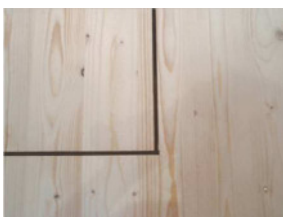
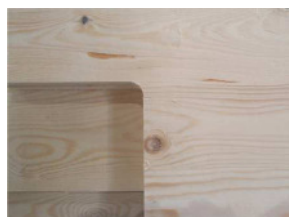
Preparazione in cantiere

Posa in opera

RIFINITURA DEL CLT
Lavorazioni possibili

Il presente foglio illustrativo mostra le possibilità di lavorazione dei pannelli CLT con i macchinari di fabbrica. Questi permettono di soddisfare la maggior parte delle più comuni esigenze. Per lavorazioni speciali si consiglia di consultarsi ed accordarsi caso per caso con i responsabili alla produzione.

LAVORAZIONI POSSIBILI

a) Aperture per porte e finestre

Spigoli stondati negli elementi a vista

Spigoli vivi negli elementi non a vista

Macchinari impiegati

- Sega a disco
- Sega a catena
- Fresa a candela

Nota

Negli elementi a vista di norma gli angoli delle aperture vengono praticati con la fresa a candela (perciò il raggio dell'angolo deve essere di almeno 20 mm) e non con la sega a catena a causa del pericolo di lesioni.

b) Incassature per arcarecci, falsi puntoni, travi

Macchinari impiegati

- Sega a catena per elementi non a vista
- Fresa a candela per elementi a vista

Nota

Per realizzare le incassature per l'inserimento di arcarecci, falsi puntoni e travi è possibile creare angoli squadrati utilizzando la sega a catena. Questa, tuttavia, provoca lesioni nel legno.

c) Tagli di sbieco

Macchinari impiegati

- Sega a disco
- Sega a catena
- Fresa a candela

Nota

In presenza di dettagli molto complessi può rivelarsi necessario ripassare gli angoli manualmente con la sega a catena.

Tale dettaglio è importante in particolare per gli elementi a vista.

d) Scanalature semplici

Macchinari impiegati

- Fresa cilindrica

e) Scanalature doppie

Macchinari impiegati

- Fresa cilindrica

Nota

Per poter praticare queste scanalature può risultare necessario girare il pezzo. (Lavoro aggiuntivo non indifferente!)

Normalmente, sul lato inferiore del pannello possono essere praticate scanalature alte fino a 27 mm (su richiesta 12 mm) aventi profondità laterale di max. 90 mm senza che sia necessario girare il pannello.

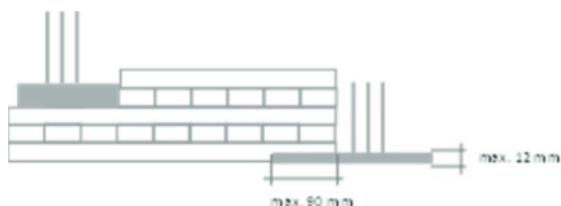
f) Realizzazione di incastri e fessure

Macchinari impiegati

- Fresa cilindrica

Nota

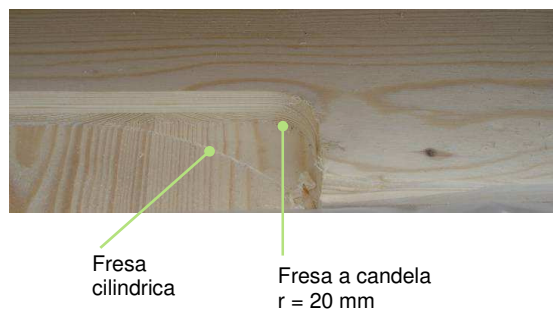
Le fresature laterali con la fresa cilindrica (altezza standard: 27 mm; su richiesta anche 12 mm) sono praticabili fino ad una profondità laterale massima di 90 mm. A partire da un'altezza di 120 mm si possono ottenere profondità di fino a 125 mm.

g) Realizzazione di battute

Macchinari impiegati

- Fresa cilindrica

Nota

Sul lato inferiore del pezzo è possibile realizzare fresature con la fresa cilindrica fino ad una profondità laterale massima di 90 mm. A partire da un'altezza di 120 mm è possibile realizzare fresature laterali profonde fino a 125 mm.

h) Rilievi

Macchinari impiegati

- Fresa cilindrica
- Fresa a candela d = 40 mm

Nota

Per le tasche si lavora di fresa fino al punto desiderato. L'angolo viene poi ripassato con la fresa a candela d = 40 mm. Si realizza così una rotondità di r = 20 mm.

i) Tacche nei falsi puntoni

Macchinari impiegati (a seconda della profondità)

- Fresa a candela
- Sega a catena
- Sega a disco
- Fresa cilindrica

j) Rientranze varie

Macchinari impiegati

- Fresa a candela
- Fresa cilindrica

k) Fori circolari & perforazioni

Macchinari impiegati

- Trapano
- Fresa a candela

Nota

Trapano: diametro del foro = 36 mm;

Fresa: diametro minimo = 50 mm (fino ad una profondità di 160 mm);

Profondità massima di fresatura = 309 mm (a seconda del diametro).

l) Canaline elettriche

Macchinari impiegati

- Fresa a candela

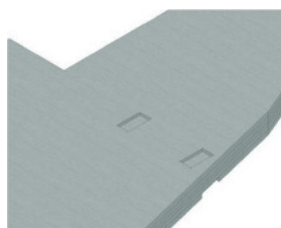
Nota

Le possibili ripercussioni statiche di fresature, tagli, ecc. vanno considerati già al momento della progettazione.

m) Sagome (realizzabili su richiesta)

Macchinari impiegati

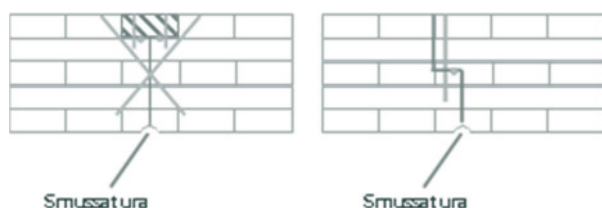
- Fresa a candela

n) Realizzazione di incavi

Macchinari impiegati

- Fresa a candela

Nota

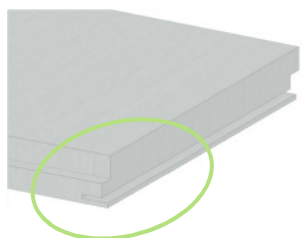
Qualora le cavità vadano realizzate sulla faccia inferiore del pannello, questo dovrà essere rigirato e riposizionato nell'impianto (molto dispendioso!).

o) Giunture per solai a vista

Macchinari impiegati

- Pialla per spigoli a mano

Nota

Nei solai a vista i giunti vengono ad ogni modo piallati lungo il bordo con una smussatura di 2 x 2 mm.

p) Giunti speciali per solaio

Macchinari impiegati

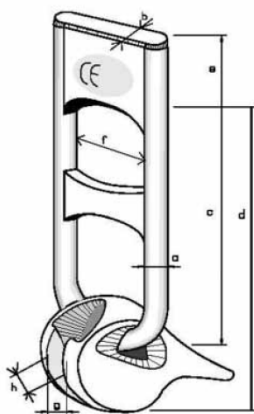
- Sega a disco
- Fresa cilindrica

Nota

Questa variante viene talvolta utilizzata anche per giunti tra solaio e travetti longitudinali realizzati a vista con elementi ad I in acciaio.

BOCCOLE DIE SOLLEVAMENTO
(con anello e battuta sul ponte)

Per le operazioni di sollevamento e posa degli elementi in CLT la Stora Enso raccomanda i tiranti della ditta Würth.

Per maggiori informazioni consultare il sito: **www.wuerth.at**

Classe di carico [tonnellate]	Peso [kg]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	e [mm]	f [mm]	g [mm]	h [mm]	Art.-Nr.	Unità/Peso
1,0-1,3	0,7	12	10	165	130	30	40	5	13	0184 00013	2

La capacità di carico del tirante applicato con vite *ASSY®* Kombi-II va verificata a parte (v. rapporto di prova / perizia).

Funzione e impiego

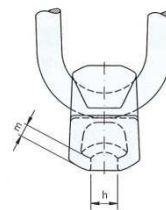
- Per il trasporto di elementi costruttivi in legno in combinazione con la vite *ASSY* ® Kombi-II.
- Anche sotto carico si lasciano eseguire tutti i movimenti di girata, inclinazione e ribaltamento in piena sicurezza.
- Il tirante di trasporto permette di sollevare in maniera semplice e sicura elementi di legno di qualsiasi tipo.
- È disponibile anche un benestare. Lo si trova sul sito *www.wuerth.de*, alla voce: Service/Datenblätter/Zulassungen, Prüfberichte.
- Il tirante è conforme ai requisiti della Direttiva Macchine (89/392/CEE) nella versione 93/44/CEE.

Manutenzione

- Il tirante di trasporto va controllato almeno una volta all'anno da un addetto alla sicurezza qualificato della ditta che lo utilizza.
- Oltre alle eventuali lesioni, qualunque esse siano, va prestata particolare attenzione al grado di usura
- È vietata l'esecuzione di qualsiasi modifica o riparazione, in particolare di saldature, sui tiranti di trasporto.
- Per motivi di sicurezza le viti vanno utilizzate una volta sola.

Per l'utilizzo del sistema in combinazione con la vite ASSY ® Kombi-II esiste una perizia.

La dimensione massima ammissibile di h è 13 mm.

Al superamento di tale misura il tirante non può più essere utilizzato.

Viti: *ASSY®* Kombi Ø 12 mm

INFORMAZIONI SULLE STONDATURE
nella lavorazione del CLT

Lavorando con la stazione di lavorazione a portale talvolta non è possibile realizzare angoli squadrati. Di norma resta una rotondità del raggio di 20 mm.

ALCUNI ESEMPI

Incassature per arcarecci in pannello

Incassature per falso puntone in

Incavi p. es. per aperture atte ad

Aperture per porte e finestre in

Fori minori di 190 mm

Rilievi che non corrono lungo tutta la

INFORMAZIONI SULLE STONDATURE
nella lavorazione del CLT

INDICE

1. MACCHINARI, UTENSILI E MATERIALI RICHIESTI

a) Macchinari/utensili

Martello aggraffatore	
Cordicella per muratore	
Strumenti di misurazione: metri, rotello metrico, livella, livello a bolla d'aria, assicella di alluminio	
Prolunga, presa multipla	
Dispositivi appropriati per il sollevamento ed il trasporto di pesi (catene) e finecorsa (sistema Würth Assy Kombi)	
Avvitatore a impulsi	

Trapano a percussione	
Almeno 2 cacciaviti a batteria	
Trapano	
Pialla per smussi	
Motosega	
Staffe di supporto per almeno un piano	

Sega circolare a mano	
Lvigatrice a nastro manuale	
Chiodatrice o graffatrice, compressore	
Scale di tutte le dimensioni (scale a libretto, scale allungabili)	
Sergenti	

Attrezzi per battere: diverse mazze per fabbro, scuri, martello da carpentiere	
Cricchetto	
Leve di varie misure	
Chiave fissa, chiave a cricchetto, set di chiavi a bussola	
Utensileria varia (scalpelli, coltelli …), set di bit	

Di norma è sufficiente un furgone da carpentiere ben fornito.

b) Materiali

Impalcatura, eventualmente piattaforma mobile	
Spessori (legni squadrati 10/10)	
Spessori (varie grandezze per livellare)	
Tiranti a nastro	
Ancoraggio a vite (per carichi pesanti)	
Viti per costruzioni in legno a seconda dei requisiti statici e tecnici	
Minuteria varia (chiodi, piccole viti ...)	

Teli di copertura	
Nastri di tenuta	
Nastri adesivi	
Fogli impermeabilizzanti, barriera contro l'umidità in rotoli	
Giunto per angoli	
Tavole coprigiunto, all'occorrenza	

2. PREPARATIVI

Trasporto in cantiere

Prima della messa in opera bisogna assicurarsi che le condizioni della strada, le altezze e le larghezze di passaggio, i limiti di peso sui ponti, l'ubicazione di cavi elettrici e telefonici, ecc. permettano il trasporto degli elementi in CLT e l'arrivo della gru fino al cantiere.

Nel caso si renda necessario un trasporto eccezionale andranno richieste le relative autorizzazioni. Agire tempestivamente e tenere conto dei tempi tecnici di rilascio!

Preparazioni in cantiere

Le dotazioni di sicurezza e le infrastrutture per il cantiere dovranno essere predisposte già a priori, p.es. impalcature, baracca, elettricità, acqua e impianti sanitari.

Impalcatura

Preparazione/manipolazione degli elementi in CLT

Di norma gli elementi in CLT vengono montati direttamente dopo il prelievo dal TIR. Se così non fosse, prima della consegna sarà necessario individuare un luogo adeguato dove poter scaricare la merce.

A tale proposito prevedere anche la disponibilità di spazio sufficiente per operazioni di spostamento (qualora si verificassero cambiamenti imprevisti nell'ordine di montaggio). Il luogo di deposito dovrà essere il più possibile piano e il sottosuolo non cedevole.

Come supporto di deposito si prestano molto bene gli spessori in legno squadrato.

Il TIR con gli elementi in CLT va parcheggiato nei pressi dell'area di posa in opera. A questo proposito tenere presenti anche le dimensioni della gru (lunghezza e capacità di sollevamento massime).

Evitare di caricare il mezzo con il peso distribuito in maniera diseguale. Nel caso di trasporto verticale dei pannelli, adottare accorgimenti affinché non cadano.

Considerare anche le condizioni meteorologiche (previsioni del tempo). Per ogni evenienza, munirsi di teli di copertura.

Preparazione della posa degli elementi in CLT

La posizione e lo spigolo interno degli elementi da montare vanno già evidenziati sul luogo di montaggio (pavimento, soffitto della cantina, ecc.) ed in conformità alla planimetria utilizzando la cordicella per muratori.

Il numero di ciascun pezzo viene riportato a terra in corrispondenza della rispettiva posizione, quindi si procede all'assegnazione

Prima della posa in opera, lungo il perimetro individuato con la cordicella si montano anche già i supporti (p.es. giunti angolari, nastri forati, legname per traversine, ecc.).

Giunti ad angolo montati prima della posa in opera

In più andranno già predisposti i supporti piani, come ad esempio il cordolo di malta su cui successivamente si dovranno montare gli elementi in CLT. Tali supporti dovranno essere assolutamente piani e perfettamente a livello.

Supporti possibili

In linea di massima vi sono diversi modi per realizzare un supporto piano.

1ª variante

In primo luogo si realizza un opportuno isolamento contro l'umidità dal basso (piano in cemento, soffitto della cantina, ecc.). Successivamente, con una cordicella per muratori si individua la posizione e lo spigolo interno degli elementi in CLT in conformità alla planimetria.

Di seguito si montano i giunti angolari, esattamente a filo con la cordicella. Quindi si procede a livellare puntualmente il fondo in corrispondenza dei giunti angolari in maniera da ottenere un livello uniforme. Una volta livellati tutti i punti di appoggio e creato il necessario sostegno si può procedere alla stesura del cordolo di malta tra un punto e l'altro.

Cordolo di malta

Sul lato inferiore dell'elemento da montare viene apposta ancora una pellicola per impedire che l'umidità risalga dal calcestruzzo nella parete. A questo punto il pannello in CLT viene poggiato nel cordolo ancora umido.

Pellicola sul bordo inferiore della parete

2ª variante

Un buon metodo è quello di creare il cordolo di malta avvalendosi delle livelle regolabili utilizzate per le costruzioni in muratura (sistema «Klimabloc» della ditta Pichler).
I livelli vengono collocati lungo il perimetro su cui andranno poi poggiati i pannelli in CLT ad una distanza corrispondente alla lunghezza della stanghetta di alluminio. Quindi vengono tarati esattamente

Predisposizione del livello regolabile

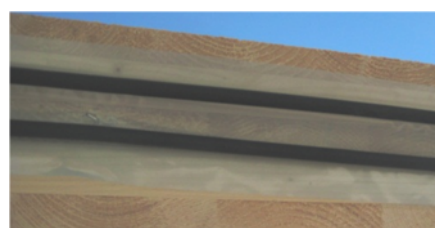
Successivamente si applica la malta nello spazio compreso tra i due livelli.

Applicazione della malta.

Sistema con livelli regolabili

La malta viene spianata con una stanghetta di alluminio. Contemporaneamente risulta già possibile riutilizzare i livelli. Prima della posa dei pannelli in CLT è necessario lasciar indurire il cordolo.

Lo strato isolante (p. es. cartone bitumato) può essere applicato sul cordolo o anche sul bordo inferiore dell'elemento in CLT.
Lungo il lato inferiore della parete viene disposto un apposito nastro di tenuta.

Strato isolante dall'umidità posato su cordolo di malta

Nastro di tenuta applicato sul bordo inferiore della parete

3ª variante

In questo caso per livellare il fondo si impiega uno zoccolo in legno lungo tutto il perimetro. Successivamente sullo zoccolo si poggiano e si fissano gli elementi in CLT. Importante è chiudere ermeticamente i punti di fissaggio sullo zoccolo.

Zoccolo in legno dopo il montaggio

Staffe di supporto

Anche queste possono essere fissate sul fondo già a priori per risparmiare tempo durante la posa in opera delle pareti. Le staffe vanno fermamente montate ad un'angolazione atta a garantire il supporto e non andranno smontate prima che non si sia ottenuta l'assoluta stabilità della costruzione attraverso il suo irrigidimento (con pareti, solai, altri elementi di congiunzione, …)

Staffe di montaggio fissate

Montaggio della staffa nell'intradosso di un elemento a vista

Montaggio della staffa sulla faccia della parete negli elementi non a vista

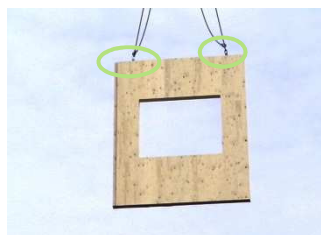
3. POSA IN OPERA

Nota

È severamente vietato salire sul carico appeso e farsi trasportare con esso.
Anche la sosta sotto il carico appeso è vietata.

Tutti i punti di congiunzione tra gli elementi costruttivi vanno chiusi con nastro di tenuta. L'applicazione di nastri adesivi a posteriori è molto dispendiosa in termini di tempo e costi.

a) Posa in opera di pareti

Prima di sollevare la parete con la gru è necessario controllare l'integrità e la tenuta di tutti i punti di sollevamento e verificare la funzionalità del mezzo stesso di sollevamento.
Di norma in cantiere l'operatore responsabile di tutte le operazioni di sollevamento è il conducente qualificato della gru, il quale è tenuto anche a verificare la funzionalità della sua attrezzatura (ossia di ogni dispositivo di sollevamento e della gru). Ciononostante tutti gli addetti presenti sul cantiere hanno il dovere di contribuire alla sicurezza sul posto di lavoro (obbligo di avvertimento e segnalazione).

Controllo dei punti di sollevamento

È assolutamente vietato sollevare pareti che presentino lesioni, p. es. fenditure, buchi di nodo e nodi nella zona del punto di sollevamento.

In caso di danneggiamento i punti di sollevamento dovranno essere controllati dal direttore del cantiere o della squadra di montaggio e andranno opportunamente corretti.

Nella maggior parte dei casi è sufficiente applicare i dispositivi di aggancio in un nuovo punto.

Procedimento

La prima parete viene portata con la gru nella posizione corrispondente, il più possibile precisa sul perimetro tracciato con la cordicella. Dopo averlo poggiato, evitare di spostare ulteriormente l'elemento in CLT, in quanto ciò potrebbe danneggiare le guarnizioni e compromettere l'ermeticità.

Posa delle prima parete

La parete deve restare appesa alla catena di sollevamento fino a quando non sia stata fissata ed assicurata contro il ribaltamento sugli appositi supporti.
A questo punto si applicano i nastri di tenuta lungo il giunto dello spigolo. Successivamente si può eventualmente montare una nuova battuta (legno squadrato) sulla parte inferiore della prima parete che va a costituire lo spigolo esterno (#4). La battuta #2 viene rimossa. Quindi si monta la seconda parete (#5). Fare attenzione a che questa tocchi la prima parete prima nella parte dello zoccolo, sempre per non danneggiare i nastri di tenuta. Ora con le viti si realizza un angolo accoppiato dinamicamente. Anche la battuta #4 viene rimossa.
A seguire si posa in opera un elemento dopo l'altro.

Fissando le staffe di montaggio è necessario fare attenzione a che il bullone di arresto sia conficcato dall'alto verso il basso, altrimenti andrà fissato con una chiavetta trasversale.

Staffa di montaggio con bullone di arresto

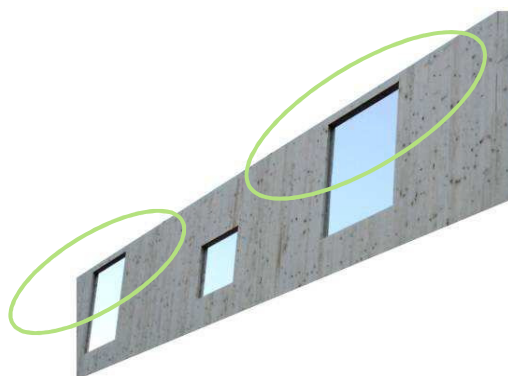
Fissaggio dei giunti tra pareti e ad angolo

Gli elementi in CLT vengono avvitati con apposite viti per l'edilizia in legno. A seconda delle esigenze si impiegano viti comuni, viti con dischetti di spessore, viti a testa piatta o viti a filettatura continua. Nel caso in cui tali collegamenti non possano essere avvitati a scomparsa, prima di inserirli con una mecchia si praticherà un'incavatura delle dimensioni della testa della vite. A tal fine si consiglia l'uso di un'apposita sagoma, che può essere realizzata in legno.

Avvitamento degli angoli

Sagoma per l'applicazione delle viti

Nota

In presenza di elementi con aperture di grosse dimensioni bisogna prestare particolare attenzione alla stabilità e all'irrigidimento durante il sollevamento, questo per evitare deformazioni sul lato superiore. Le architravi o i correnti superiori o inferiori molto sottili vanno rafforzati lateralmente con un provvisorio, per esempio un legno squadrato.

b) Posa in opera di pannelli per solaio o tetto

Gli elementi per solaio e tetto vengono di norma provvisti di un dispositivo di sollevamento a 4 catene.
È importante assicurarsi che la divaricazione non superi mai i 90°, il che vale comunque anche per i dispositivi a due catene! Per il fissaggio si usano anche in questo caso viti comuni, viti con dischetti di spessore, viti a testa piatta o viti a filettatura continua a seconda delle esigenze

Sollevamento di un elemento
per solai con 4 cate

Corretta attaccatura del pannello

Posa in opera di un pannello
per solaio in CLT

Fissaggio di un pannello
per solaio in CLT

Note sulla posa in opera di pannelli per solaio e tetto

Nel caso in cui i pannelli per solaio / tetto vengano dotati di tavola coprigiunto sarà necessario provvedere ad un passaggio omogeneo al coprigiunto sulla faccia inferiore del solaio. È indispensabile eseguire un controllo visivo sul lato inferiore del solaio. In caso di necessità si dovrà sorreggere la costruzione con appositi puntelli. Successivamente si eseguirà ad ogni modo un'avvitamento incrociato con viti a filettatura continua disposte ad intervalli regolari. A questo punto potranno anche essere rimossi i puntelli.

Posa in opera del solaio con giunto asimmetrico

c) Posa in opera del piano superiore

Per il piano superiore si procede essenzialmente come per il punto «3. a) Posa in opera di pareti».

Tracciatura della posizione di montaggio

sul pannello del solaio in CLT

Montaggio dei giunti angolari

Posa e fissaggio della parete estigen

d) Posa di pannelli per tetto

Per il trasporto degli elementi del tetto le catene vanno posizionate a seconda della pendenza dello spiovente.

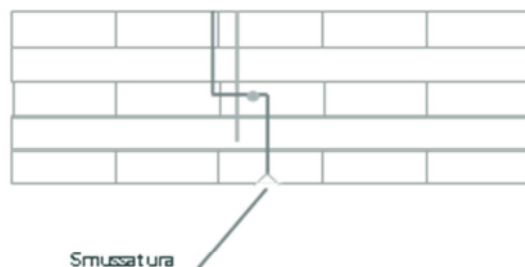
Sollevamento di un pannello per

tetti con quattro catene

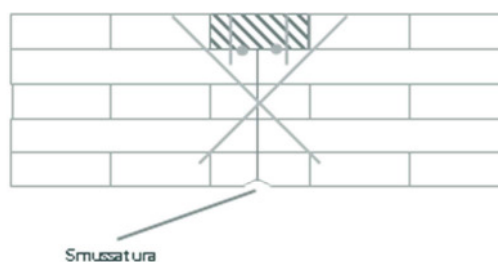
4. CONGIUNZIONE DI SOLAI, PARETI E TETTO

Vi sono 3 tipi di congiunzioni tra pannelli per parete, solaio e tetto, ma in tutti si procede allo stesso modo:

a) giunto con gradino

Prima di unire gli elementi in CLT bisogna assicurarsi che il gradino sia privo di residui di polvere e segatura. Il giunto viene fissato con viti per l'edilizia in legno e opportunamente chiuso (nastro o corda di tenuta, ecc.).

Giunto con gradino

b) giunto con tavola coprigiunto

Nel giunto viene inserita una tavola fissata con viti o chiodi. Anche qui vanno inseriti nastri di tenuta. Si consiglia un collegamento costruttivo con viti a filettatura continua incrociate onde evitare dislivelli.

Giunto con coprigiunto

c) Giunto di testa

Il giunto di testa non presenta incastri o simili.
Il collegamento avviene come per b) con viti a filettatura continua incrociate.